



Escola de Tecnologias e Arquitectura

Urbanismo Orgânico e a Ordem Implícita:
Uma Leitura Através das Geometrias da Natureza

Maria Rosália da Palma Guerreiro

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Arquitectura e Urbanismo
na especialidade em Desenho Urbano

Orientadora:

Doutora Maria José Roxo, Professora Associada,
UNL

Co-orientador:

Doutor José Luís Saldanha, Professor Auxiliar,
ISCTE-IUL

Outubro, 2010

ISCTE – IUL Instituto Universitário de Lisboa
Escola de Tecnologias e Arquitectura

Urbanismo Orgânico e a Ordem Implícita:
Uma Leitura Através das Geometrias da Natureza

MARIA ROSÁLIA DA PALMA GUERREIRO

Prestou Provas em 17/05/2011

Composição do Júri:

Professor Doutor Flávio Ferreira, *Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Professor Doutor Nuno Soares, *Universidade Nova de Lisboa*

Professora Doutora Maria João Gamito, *ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa*

Professor Doutor Pedro Prista, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa

Professora Doutora Maria José Roxo, *Universidade Nova de Lisboa*

Professor José Luis Saldanha, *ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa*

presidido por:

Professor Doutor Vasco Moreira Rato, *ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa*

Tendo sido aprovada por **Unanimidade** com **Distinção** e **Louvor**

Junho 2011

À MEMÓRIA DE MEU PAI

HERE GOD CREATES CIRCLES, WAVES, AND FRACTALS



*“Aqui Deus cria, círculos, ondas e fractais” – O Frontispício de uma Bíblia Moralisé
(in Mandelbrot , 1983:277)*

RESUMO

Esta tese é sobre o entendimento científico do conceito de “vida” em urbanismo e o seu objectivo principal é explicitar um certo tipo de ordem que está presente nas cidades ditas orgânicas ou espontâneas. Verificou-se que essa ordem é emergente (de baixo para cima), que é o produto duma auto-organização, que tem uma geometria fractal como aquela que caracteriza as restantes geometrias da Natureza e que é substancialmente diferente duma ordem explícita e visual (de cima para baixo) com que estamos habituados a olhar para as nossas cidades.

A metáfora biológica no planeamento da cidade tem sido usada desde o século XVI. No entanto, essa analogia tem sido feita, mais pela semelhança que algumas formas aparentam superficialmente, do que pela investigação das suas propriedades geométricas e leis de formação. Verificado o paralelo existente entre as geometrias da Natureza e as geometrias da cidade orgânica, através da explicitação de um conjunto de padrões e de propriedades emergentes, conclui-se com este trabalho que essas formas e essas estruturas emergem pela mesma razão: os constrangimentos do espaço físico e as leis da Natureza são as mesmas em todo o lado. É isso que faz com que coisas tão distintas como uma cidade ou uma árvore se assemelhem tão estranhamente.

Uma das consequências mais imediatas para o planeamento e organização das nossas cidades e que resulta desta forma de pensar o urbanismo, holística e sistémica, é a de que a forma urbana (às mais variadas escalas), não é simplesmente o produto dos nossos modelos racionais e inspirações, mas também e principalmente, o que é possível ser no contexto espacial está inserida. Forma e contexto formam assim um todo inseparável numa teia de relações onde a expressão é o resultado da adaptação ao ambiente envolvente.

Palavras chave: Pensamento sistémico, emergência, auto-organização e fractalidade

ABSTRACT

This research is about the scientific understanding of the concept of "life" in urban space and its main purpose is to explain the underlying order that is present in organic cities. It was found that this order is emergent (bottom-up), a product of a self-organization, a fractal geometry that characterizes the geometries of Nature which is substantially different from the visual order (top-down) we are used to look at our cities.

The biological metaphor in city planning has been used since the sixteenth century. However, this analogy has been made mainly because of its shape and appearance rather than by the investigation of their geometric properties and laws of formation. Checking the parallel between the geometries of Nature and the geometries of the organic city, through the recognition of a set of patterns and emergent properties I conclude with this work that these forms and these structures emerge for the same reason: the constraints of physical space and the laws of nature are the same everywhere. That's why a city and a tree so strangely resemble.

One of the most immediate consequences for the design cities as a result of that way of thinking, which is holistic and systemic, is that the urban form (at various scales), is not only the product of our models, wishes and inspirations as well as the result of the spatial context it is inserted. The artifact and context form an indivisible whole in a web of relationships and therefore the expression is the result of adaptation to the surrounding environment.

Keywords: Systemic thinking, emergence, self-organization and fractality

AGRADECIMENTOS

Estas páginas de agradecimentos servem para expressar a minha profunda gratidão às várias pessoas e instituições que, duma forma pontual ou contínua, me deram o seu apoio durante os quatro anos que trabalhei nesta dissertação. Por outro lado, servem também para mostrar o contexto geral que determinou o conteúdo deste trabalho.

Agradeço ao ISCTE – IUL, o facto de me ter proporcionado o tempo e as condições para investigar e reflectir sobre este tema e sem os quais teria sido impossível a sua concretização. Agradeço especialmente, aos meus colegas de trabalho do DAU, que ficaram sobrecarregados com a minha ausência e a quem espero um dia poder vir a retribuir.

Agradeço à FCT, o complemento de bolsa, que me possibilitou entre outros benefícios, o acolhimento como estudante visitante na Brooks University of Oxford. Agradeço igualmente aos professores que prontamente me recomendaram à FCT para a obtenção dessa bolsa, nomeadamente: à Professora Maria João Alcoforado (UL), à Professora Manuela Raposo Magalhães (ISA) e à professora Maria José Roxo (UNL), de quem tive o privilégio de receber orientação.

Agradeço pois aos meus orientadores, Professora Maria José Roxo e Professor José Luís Saldanha (ISCTE-IUL), que duma forma tão complementar me acolheram, ouviram, leram e aconselharam. Os seus comentários, com a serenidade que os caracteriza, foram uma grande ajuda e sem eles esta investigação seria certamente muito mais pobre. De facto, com eles mantive sempre uma relação de grande serenidade, propícia ao nascimento e à concretização de novas ideias.

Não posso deixar de agradecer igualmente ao Professor Manuel Teixeira, meu orientador da dissertação de mestrado e inicialmente desta mesma tese de doutoramento, que de certa forma dá continuidade à primeira. Com ele encontrei o meu objecto de investigação – a cidade orgânica, caminho que sempre me incentivou a seguir.

Agradeço aos professores Marcel Vellinga e Paul Oliver o terem-me acolhido como estudante visitante no IVAU (International Vernacular Architecture Unit) - Brooks University of Oxford, durante o 1º ano de investigação. Livremente acedi às suas aulas e respectivo gabinete onde encontrei, creio eu, o maior acervo bibliográfico sobre arquitectura vernacular em todo o mundo.

Agradeço ao Professor Pedro Prista do ISCTE-IUL, pela longa conversa, que teve comigo, sobre os múltiplos aspectos antropológicos da arquitectura vernacular. A sua sabedoria pôs a descoberto a minha ingenuidade e ignorância sobre esta matéria, mostrando-me assim claramente o caminho que eu não poderia seguir.

Agradeço aos arquivos fotográficos de Vila Franca de Xira, da Figueira da Foz e Arquivo Municipal do Arco do Cego, que gentilmente acederam aos meus pedidos de fotografia e cartografia locais. Agradeço igualmente à arquitecta Vanda Santos que me acompanhou na execução de alguns desenhos e tratamento de imagens.

Finalmente, agradeço ao Israel Guarda, meu marido com quem partilho tudo na vida, de tal forma que, não consigo determinar a dimensão da sua ajuda.

Para além destes contactos mais directos, gostaria ainda de manifestar a minha influência duma série de autores, alguns já desaparecidos, mas cujas obras continuam vivas, pelo que lhes estou particularmente grata, porque me ajudaram a formar uma certa visão do mundo. São eles, e por ordem alfabética, Benoit Mandelbrot (matemático) Carl Sagan (cientista e astrónomo), Carlos Castaneda (antropólogo e escritor), Christopher Alexander (arquitecto), David Bohm (físico e filósofo), Edgar Morin (sociólogo e filósofo), Fritjof Capra (físico e filósofo), Gianfranco Caniggia (arquitecto), Henri Laborit (biólogo), Ian McHarg (arquitecto paisagista), Joël de Rosnay (químico orgânico) Kevin Lynch (urbanista), Orlando Ribeiro (geógrafo) e Peter Stevens (arquitecto).

O que há de comum entre eles, uma vez que vêm aparentemente de áreas tão distintas? Talvez uma certa forma de ver o mundo, que não se encerra nas áreas disciplinares, que combate a visão fragmentária da realidade e que acredita “*na tentativa de um pensamento menos mutilador e o mais racional possível*” (Morin, 2008:144).

ÍNDICE

Agradecimentos

Introdução

| | |
|---|----|
| <i>i.</i> Enquadramento geral | 16 |
| <i>ii.</i> Enfoque | 19 |
| <i>iii.</i> Perspectivas teóricas | 21 |
| <i>iv.</i> Organização e método | 23 |

1ª Parte: A FORMA URBANA E O PENSAMENTO SISTÊMICO

Capítulo 1 – Urbanismo e complexidade: Totalidade e ordem implícita

| | |
|--|----|
| 1.1. O que é a cidade e qual a sua natureza? | 30 |
| 1.2. Concepções tradicionais do espaço..... | 33 |
| 1.2.1. Da pré-história às civilizações pré-clássicas..... | 34 |
| 1.2.2. Antiguidade clássica..... | 36 |
| 1.2.3. A idade média..... | 39 |
| 1.2.4. A ciência moderna..... | 41 |
| 1.3. Uma nova ciência para o estudo do espaço e da vida | 44 |
| 1.3.1. A nova física..... | 44 |
| 1.3.2. O pensamento sistémico | 51 |
| 1.3.3. A teoria do caos e complexidade..... | 58 |
| 1.3.4. A geometria da vida: auto-organização, emergência e fractalidade..... | 60 |
| 1.4. Cidades orgânicas e cidades planeadas: Classificação e ordem..... | 68 |
| 1.4.1. Consciência espontânea e consciência crítica..... | 70 |
| 1.4.2. Cidades orgânicas: auto-eco-organização e leis da Natureza..... | 71 |
| 1.4.3. Cidades planeadas: Principais modelos..... | 74 |
| 1.4.4. Ordem implícita e ordem explícita..... | 76 |
| 1.4.5. Árvores e semi-retículas..... | 80 |
| 1.5. Continuidade e mudança da forma urbana..... | 85 |
| 1.5.1. Transformação e metamorfose..... | 85 |
| 1.5.2. Forma e tamanho..... | 88 |
| 1.5.3. Equilíbrio dinâmico Vs ordem estabilizada..... | 90 |
| 1.6. Cidades do futuro. Que organização? | 91 |

Capítulo 2 – Espaço, ambiente, expressão e adaptação

| | |
|--|-----|
| 2.1. Forma e contexto..... | 96 |
| 2.2. Expressão e adaptação..... | 97 |
| 2.3. O impacto das forças físicas na forma da cidade | 104 |
| 2.3.1. Gravidade e curvatura do espaço..... | 105 |
| 2.3.2. Geometria do território..... | 109 |
| 2.3.3. Geometria solar..... | 115 |
| 2.3.4. Movimento do ar..... | 122 |
| 2.4. Urbanismo ecológico e a visão holista do mundo..... | 126 |

| | |
|--|------------|
| Capítulo 3 - Padrões básicos e formas de crescimento | |
| 3.1. Introdução: Os padrões da Natureza..... | 132 |
| 3.2. Espirais..... | 138 |
| 3.3. Meandros..... | 144 |
| 3.4. Explosões..... | 154 |
| 3.5. Ramificações..... | 167 |
| 3.6. Estruturas hexagonais..... | 179 |
| | |
| Capítulo 4 - Propriedades emergentes | |
| 4.1. Introdução: A vida num sistema espacial | 186 |
| 4.2. Níveis de escala..... | 191 |
| 4.3. Centros fortes..... | 195 |
| 4.4. Limites..... | 199 |
| 4.5. Oscilação ou repetição alternada..... | 201 |
| 4.6. Espaço positivo..... | 204 |
| 4.7. Boa forma..... | 210 |
| 4.8. Simetrias locais..... | 213 |
| 4.9. Interligação profunda e ambígua..... | 216 |
| 4.10. Contraste..... | 217 |
| 4.11. Gradiente..... | 218 |
| 4.12. Rugosidade | 220 |
| 4.13. Eco..... | 225 |
| 4.14. Vazio..... | 228 |
| 4.15. Simplicidade e calma interior..... | 230 |
| 4.16. Não separação..... | 230 |
| | |
| Notas finais sobre um modo de pensar o urbanismo..... | 234 |
| | |
| Bibliografia | 239 |

Qualquer via é apenas uma via, e não existe afronta, para nós ou para outros, em deixá-la, se for isso que o teu coração te disser... Olha para cada caminho atenta e empenhadamente. Experimenta-o tantas vezes quantas achares necessárias. Depois põe a ti próprio, e só a ti próprio, uma questão... Esta via tem alma? Se tem, a via é boa; se não tem não serve.

CARLOS CASTANEDA, *Os ensinamentos de Dom Juan* (ct Capra, 2009:25)

INTRODUÇÃO

i. ENQUADRAMENTO GERAL

Tal como nos diz Ralph Knowles sair de uma investigação com uma perspectiva diferente daquela com que se entrou, pode ser o resultado natural da acumulação de informação e da sua conversão para ideias mais claras e relacionadas. O autor acrescenta ainda, que se isto não acontecer, ou seja, se ideias, sentimentos e valores não mudarem durante o processo, então toda a parte criativa do trabalho se perdeu algures (1981:ix).

Era minha intenção inicial analisar as morfologias urbanas dos diferentes contextos climáticos em Portugal, procurando aí uma das principais determinantes da organização dos assentamentos humanos tradicionais. Este estudo dava assim continuidade aos meus interesses de investigação que procuravam relacionar o contexto natural com a forma urbana.

De uma forma complementar à minha formação em Planeamento Regional e Urbano, o meu interesse e a minha curiosidade vai exactamente para aquelas cidades ditas “não planeadas”, “espontâneas”, “irregulares” ou “orgânicas”, que não resultam dum plano ou desenho geral e que no entanto, apresentam uma qualidade estrutural muito diferente das cidades que construímos hoje. Sempre acreditei que elas possuíam uma ordem intrínseca, escondida e não aleatória, comparável à de certas formas da Natureza e essa tem sido a minha questão científica. Se não existe um plano ou um desenho pré-estabelecido, quais são as regras por que se rege a sua génese e crescimento, de modo que o produto final se apresenta com uma estrutura organizada, que embora irregular é coerente?

Tornou-se claro entretanto para mim que o estudo da cidade orgânica era um problema complexo. Mas, estudos iniciais mostraram que as relações entre contexto natural e estas formas urbanas espontâneas eram tão evidentes, principalmente com a topografia, que acabei por desenvolver a minha dissertação de mestrado usando apenas esta variável: *O território e a edificação. O papel do suporte físico natural na génese e formação da cidade Portuguesa*. No entanto, ao longo deste trabalho fui verificando que estas relações não eram independentes do clima, nem do restante quadro físico dos aglomerados urbanos objecto.

Sequencialmente, e ainda com a mesma perspectiva reducionista de observação duma realidade isolada iniciei esta tese de doutoramento. Queria tornar perfeitamente clara, a relação entre as diversas regiões climáticas do País e as características morfológicas dos aglomerados urbanos em cada uma dessas regiões. Partia assim dum quadro geográfico e duma percepção morfológica dos aglomerados urbanos que julguei poder sistematizar de acordo com cada região. Mas o clima não é ele próprio uma variável independente. O clima, mais do que qualquer outro sistema natural transcende todas as fronteiras das actividades naturais e humanas. Tem influência na água, no solo, nas plantas, na agricultura e na arquitectura. Fernand Braudel chama-lhe um director da orquestra (2001:40) e Michael Hough a força fundamental que conforma os lugares e é responsável pelas diferenças entre eles (1998:241). Foi então que reparei que estava novamente nas mãos com um problema complexo. Desta vez, um problema complexo que me apareceu dentro dum outro problema complexo, (o estudo da cidade orgânica) e cuja subsequente abordagem por partes, dada a interdependência das variáveis climáticas, se enunciava ela própria muito complicada. Curiosamente, uma definição muito simples de um sistema complexo é, *“um sistema que é composto por sistemas complexos”* (Batty, 2007:2)

Fui-me aproximando assim duma abordagem sistémica, ou da complexidade como outros lhe chamam. Esta forma de abordagem da realidade, que teve origem na física moderna e na biologia e que tem atingido sucessivamente as diversas disciplinas, está também a chegar à arquitectura e ao urbanismo não obstante algumas reacções que se fazem sentir por parte da comunidade académica, uma vez que esta visão obriga a uma mudança nos modos de pensar e consequentemente nos modos de fazer investigação que ainda vigoram.

Resumidamente, o pensamento sistémico é uma forma de raciocínio que é circular. É o reconhecimento de que as estruturas, os acontecimentos não são lineares nem independentes. Consequentemente, o pensamento sistémico é um pensamento complexo, holístico, que representa uma totalidade integrada na sua estrutura, que é capaz de tratar a realidade e dialogar com ela.

Contrariamente à visão clássica Cartesiana, este método científico admite a incerteza, o irregular, substitui o conhecimento exacto pelo aproximado, admite que a realidade é subjectiva e que portanto depende do observador. Este novo paradigma, ao

mesmo tempo que nos retira algumas certezas sobre certas matérias, permite-nos estudar outras realidades, até aqui desprezadas pelos métodos científicos convencionais.

Uma dessas realidades é precisamente o urbanismo orgânico, cuja ordem e organização é completamente diferente da ordem que estamos habituados a implementar. É uma ordem implícita e emergente, gerada não criada, que nasce de baixo para cima. É também uma ordem muito especial porque não é estática e porque surge da desordem como nos revelou a teoria do caos.

Não seria portanto adequado avançar para a definição dos objectivos deste trabalho, sem primeiro ter feito referência a esta *Scienza nuova*, como lhe chama Edgar Morin (2008:71-74).

Assim, paralelamente ao estudo da relação da cidade orgânica com o seu contexto natural, que já era uma constante na minha investigação, fui descobrindo teorias mais gerais sobre modelos de auto-organização. Investiguei sobre este tema na biologia, na física, na teoria dos sistemas, na complexidade e na teoria do caos e verifiquei qual a sua aplicabilidade ao estudo da cidade orgânica. As noções de “vida”, “auto-organização”, “emergência” e “fractalidade”, que encontramos nos mais diversos domínios disciplinares, são noções que podem ajudar a explicar a configuração espacial das estruturas urbanas orgânicas.

Comecei assim a perceber que, a morfologia da cidade orgânica estava de alguma forma relacionada com os padrões dos organismos vivos e das geometrias da natureza em geral. Uma das grandes surpresas foi verificar que certas estruturas são tão similares, que se podem comparar coisas tão distintas como cidades com galáxias, com furacões, com pingas de tinta ou com árvores.

Constatei então que isso ia exactamente ao encontro daquilo que os cientistas andam a descobrir na actualidade – Ao mapear as mais diversas interconexões, desde a internet, às espécies num ecossistema ou ao trabalho dos genes numa célula, estes verificaram a existência de características comuns nessas redes. Segundo Barabási, uma série de recentes descobertas, obrigou-nos a reconhecer que, de uma forma incrivelmente simples e de grande alcance, as leis naturais governam a estrutura e a evolução de todas as redes complexas que nos rodeiam (2009:5-6).

Com o pensamento sistémico, os cientistas aprenderam a mapear a interconectividade e isso lançou luz sobre o universo, como uma grande teia de

interconexões, onde tudo está ligado a tudo. A especialização e fragmentação em partes sucessivas e cada vez mais simples, como única forma de conhecer a realidade, não faz mais sentido.

Foi assim que o meu percurso inflectiu por outro caminho. Foi depois desta experiência, que resolvi abordar a cidade orgânica num contexto mais geral; universal. Esse caminho tem como ponto de partida a existência duma teia de relações que aparece a todos os níveis, desde as galáxias às estruturas subatómicas como uma totalidade integrada. Esta pareceu-me de facto uma boa via para o estudo do urbanismo orgânico e foi ela que me conduziu até aqui. Mas durante muito tempo, confesso, esse caminho foi apenas uma intuição, com momentos de grande angústia e incerteza. Ainda o é. Mas a lógica presente neste tipo de abordagem reconhecido pela vanguarda científica, a sua abrangência e as constatações que fui fazendo ao longo deste trabalho, dão-me pelo menos o conforto e a confiança de que esta é uma forma de pensar o urbanismo tão racional e portanto tão válida, como outra qualquer.

ii. ENFOQUE

Esta dissertação é sobre o entendimento científico do conceito de “vida” em urbanismo e o seu objectivo principal é explicitar a ordem implícita que está presente nas cidades orgânicas. Citando as palavras de Ilda Prigorine, trata-se da “...*convicção de que o desenvolvimento orgânico não obedece a uma quantidade de factores díspares, apenas ligados por exigências adaptativas; devem existir leis gerais, que articulam factores menos numerosos e mais simples*” (1993:119).

A investigação está ancorada numa percepção da realidade que trás à luz a estreita relação que existe entre matéria orgânica e inorgânica. Sabemos hoje que não existe matéria viva diferente da matéria físico-química. O que distingue a vida da não vida, é a forma de organização; as relações, as interconexões e as interdependências. Estudar essas ligações é pois compreender a geometria da vida.

Neste contexto, podemos aplicar o conceito vida a uma estrutura espacial como a cidade, sendo que o seu grau de intensidade, será maior ou menor consoante a geometria

dessas relações. No caso da cidade orgânica a intensidade dessas relações é muito forte, pelo que é legítimo designa-la por um organismo vivo.

Assim, para entendermos a noção “vida” no urbanismo, temos que perceber primeiro, que a forma não pode mais ser considerada independente do seu contexto. Muito pelo contrário, o contexto não só influencia a forma, como esta é determinada por ele. O contexto determina o conteúdo.

Fruto da minha experiência, interessa-me particularmente dar um sentido fortemente interpretativo à leitura do contexto natural, nomeadamente do clima e da topografia. Neste sentido, a minha perspectiva de trabalho relativamente a este tipo de cidade é também ela profundamente ecológica, na medida em que procura a relação entre o ambiente construído e o meio natural em que este está inserido.

O que me motiva no urbanismo, não é pois o estudo da forma em abstracto ou dos modelos urbanos pré-estabelecidos. Procuro antes saber, porque é que as cidades tomam a forma que tomam, quando resultam simplesmente dum processo de interacção entre as pessoas e determinado contexto espacial, sem que no entanto exista uma consciência à priori desse desenho final. Existirá alguma forma de ordem implícita na Natureza, algum conjunto de leis naturais que afecta todas as formas de organização espontânea? O que é a vida numa estrutura espacial? Alguma qualidade geométrica que possamos enunciar, reproduzir? O que é a ordem? Estas foram algumas das questões que sempre me acompanharam ao longo deste trabalho e cuja resposta, sei de antemão que não poderei obter totalmente. Procurarei no entanto fazer-lhe uma aproximação.

Assim, resumidamente e de uma forma sistemática, os objectivos que se procuram atingir com este trabalho serão os seguintes:

- Discutir o conceito e a forma física da cidade orgânica enquanto sistema espacial vivo e modelo de auto-organização, discutindo a sua analogia com as restantes geometrias da Natureza, não só do ponto de vista da forma, como do processo crescimento e bem assim das suas leis de formação.
- Discutir os conceitos de cidade orgânica e de cidade planeada à luz do paradigma do pensamento sistémico, percebendo as diferenças entre os tipos de ordem que lhes estão subjacentes e as suas implicações para o planeamento e para o projecto.

- Investigar uma linguagem concreta de padrões e propriedades emergentes existentes na cidade orgânica e na Natureza em geral, que nos permitam discutir esta forma de pensar o urbanismo e nos sirvam de referenciais positivos para a qualificação do espaço urbano. Trata-se pois de perceber, que quando a diversidade e irregularidade das formas que constituem a cidade orgânica faz prever uma organização fortemente complexa, descobrem-se propriedades gerais simples e reproduzíveis.

iii. PERSPECTIVAS TEÓRICAS

São várias as disciplinas que se têm debruçado sobre o estudo da forma urbana. No entanto, desconhece-se alguma que tenha dado especial relevância ao estudo das formas orgânicas. Talvez coubesse à arquitectura o estudo da suas características geométricas. Apesar disso e tal como para as restantes disciplinas, a forma urbana está associada à ideia do desenho prévio, de planeamento, da regularidade e do modelo. É assim com a Arquitectura, com a História e até com a Geografia, que foi em tempos e por excelência, uma disciplina de relação. Contudo, é muito raro encontrarmos qualquer obra genérica sobre urbanismo que não faça referência a este tipo de organização e muitas vezes, a sua definição aparece por oposição ao conceito de cidade planeada. Spiro Kostof vai mais longe e dedica-lhe um capítulo no seu livro *The City Shapped*, a que dá o nome “*Organic Patterns*” (1999:43-93).

O facto de durante muito tempo, a investigação só ter estado particularmente interessada nos planos regulares, tem negligenciado o estudo dos fenómenos de irregularidade em morfologia urbana. Talvez, porque um tal estudo, obriga a conhecer propriedades mais gerais que não se apresentam na geometria Euclidiana.

O estudo do urbanismo e da arquitectura, está pois relacionado com as nossas concepções tradicionais do espaço. Antes do advento da teoria do caos e da complexidade, o estudo das formas irregulares era altamente improvável. A desordem, a irregularidade eram fenómenos sem qualquer interesse científico.

Com a mudança de paradigma que estamos a viver actualmente, vamos passando duma concepção mecanicista para uma visão holística do mundo. Como consequência

desta forma de pensamento, existe portanto uma via do urbanismo, mais ou menos designada por «urbanismo emergente» que explora esta forma holística de investigação sobre a cidade e a arquitectura, mais do que o resultado duma racionalidade explícita e duma ordem visual. Nela se enquadra toda a obra de Christopher Alexander, da qual me servi exaustivamente para formular e explicitar algumas das minhas ideias sobre o urbanismo. Salienta-se o seu conjunto de livros *The Nature of the Order*, Vol 1 e 2 (2002) e Vol. 3 e 4 (2005), que são em meu entender, uma tradução dos princípios da física quântica e consequentemente da teoria sistémica para uma linguagem arquitectónica. Aqui está subjacente uma realidade da arquitectura e do urbanismo que nos obriga a perceber que mais importante do que as partes constituintes, são as relações entre essas partes.

Outros autores, como Michael Batty ou Nikos Salingaros procuraram explicar essas formas emergentes através de modelos matemáticos. Outras visões ainda, como o “*novo urbanismo*”, o “*eco-urbanismo*” ou o “*urbanismo sustentável*”, são também uma consequência desta visão sistémica e da realidade como um todo. No entanto e na prática, verifica-se que estes conceitos são facilmente descredibilizados, em parte porque alguns estudiosos vêm neles a oportunidade para rasgar ainda mais um retalho duma realidade da qual se tornam especialistas situando-se assim do lado oposto ao fundamento intelectual que lhes deu origem. A interdisciplinaridade tem sido assim, muitas vezes, uma oportunidade para separar ainda mais as coisas.

Mas apesar do grande número de trabalhos que muito recentemente começam a emergir no âmbito das ciências da complexidade e da criação de modelos informáticos que simulam o crescimento orgânico, o nosso entendimento do espaço urbano está ainda hoje dominado pela busca duma ordem visual e da regularidade Euclidiana. Consequentemente, julgamos que os grandes problemas associados à cidade estão relacionados com a falta desse tipo de ordem. O planeamento das nossas cidades é ainda feito com base num desenho prévio de maior ou menor escala e mais ou menos rígido conforme as épocas e os estilos vigentes: “*Ao longo da história, sempre que o homem tentou interpretar a cidade, isso tem sido feito principalmente através das artes visuais e da arquitectura, culminando no século presente em ideologias como a Cidade Jardim, o Movimento City Beautiful, e o Movimento Moderno*” (Batty et al., 1994:7). Esta visão

tem negligenciado a aplicação de estudos científicos ao entendimento de outras formas de organização da cidade que não se esgotam na disciplina de arquitectura.

O urbanismo orgânico, em alternativa ao urbanismo de geometria pura, tem sido sempre o tipo dominante em qualquer época da história. Ainda assim, é quase completamente ignorado pelos investigadores da cidade. Perspectivas críticas começam agora a contrastar as suas virtudes com as promessas do urbanismo racional não concretizadas. Começa-se finalmente a perceber que as formas geradas e emergentes merecem ser estudadas porque elas são a resposta directa às necessidades sociais e aos constrangimentos ambientais. A libertação da imposição de modelos abstractos, permitir-nos-á perceber o modo como estas forças fundamentais dão forma à cidade e sobretudo o modo como lhe dão vida.

iv. ORGANIZAÇÃO E MÉTODO

A estrutura que se propõe para esta dissertação não é linear nem sequencial. Embora ela esteja organizada por partes e por capítulos, a sua leitura, do mesmo modo como foi escrita ou pensada, pode ser feita independentemente da ordem dos capítulos, sem que com isso se perca a sua finalidade.

Esta *introdução*, que se pretende que seja algo mais do que a simples assimilação de alguns pontos de partida, ela é também uma descrição do processo e um convite à reflexão de alguns conceitos mais gerais sobre as formas de pensamento, do conhecimento e do método científico em urbanismo. Nela estão expostas também as motivações pessoais e as razões da minha argumentação não escondendo de todo, a minha influência como observador nos resultados da minha investigação. Neste sentido, ela é, curiosamente, a parte mais subjectiva do trabalho, mas que no entanto, pretendo partilhar.

O trabalho apresenta-se em quatro capítulos distribuídos por duas partes. A primeira parte, formada pelos Capítulos 1 e 2, reserva-se à argumentação teórica e à discussão epistemológica sobre o entendimento da forma urbana, à luz do pensamento sistémico e da complexidade. A segunda parte, formada pelos Capítulos 3 e 4, procura a

concretização prática numa linguagem sobre o urbanismo orgânico em paralelo com as geometrias da Natureza, nomeadamente dos seus padrões e propriedades emergentes.

Assim, o *primeiro capítulo* é sobre o entendimento da cidade como um organismo vivo, ou melhor como um superorganismo, uma totalidade organizada cuja ordem não pode ser identificada ou prevista a partir das suas partes constituintes. Procura-se mostrar que o urbanismo é um objecto complexo e que para o compreender é necessária uma visão sistémica complementar da visão analítica, que ainda hoje predomina quase que exclusivamente, como consequência das nossas concepções tradicionais do espaço. Veremos ainda como esta abordagem pode lidar com o conhecimento estante nas diversas disciplinas como na física ou na biologia, em benefício da ciência urbana.

Dois perspectivas se opõem quanto à cidade: a ordem implícita e a ordem explícita, a cidade planeada e a cidade espontânea, a cidade orgânica e a cidade máquina. Como é que cada uma destas visões é explicada a luz de uma abordagem sistémica ou de uma abordagem analítica? Quais as suas implicações para o desenho e para o planeamento de cidades? Estas são algumas das questões que se procuram responder ao longo deste capítulo.

O *segundo capítulo* explora a relação entre a forma, o processo e o contexto, na Natureza e nos assentamentos humanos em geral. Aqui procuro deixar claro que o que importa não é a forma em si, mas sim as relações que esta estabelece com o contexto. Na Natureza e bem assim nas formas urbanas orgânicas, a forma não é aquilo que nós queremos que seja, mas sim o que é possível ser, dentro dos constrangimentos espaciais e das forças físicas que a moldam e determinam. Forma e contexto formam assim um todo inseparável e a expressão é pois o resultado da adaptação ao ambiente envolvente.

O *terceiro capítulo* é sobre as geometrias orgânicas propriamente ditas. É sobre os padrões da Natureza, como as espirais, os meandros, as explosões ou as estruturas hexagonais, identificadas por Peter Stevens no seu livro *Patterns in Nature* (1974), que creio constituírem também os arquétipos da cidade orgânica. Não se trata aqui somente de explorar a analogia formal entre as estruturas da natureza e a cidade orgânica. É antes a constatação de que as suas leis de formação são as mesmas. A preferência por certas geometrias, acontece simplesmente porque os constrangimentos do espaço assim o ditam e aos quais nem as estruturas produzidas pelos seres humanos podem escapar.

O *quarto capítulo* é uma interpretação das 15 propriedades presentes na Natureza e na arquitectura, identificadas por Christopher Alexander na sua obra *The Nature Of The Order*, Vol 1, aplicadas aqui à leitura do espaço urbano e que constituem, do meu ponto de vista, juntamente com os padrões identificados no capítulo anterior, uma linguagem que permite identificar e reproduzir as qualidades do urbanismo orgânico.

Finalmente, procura-se que as *notas finais* traduzam simultaneamente uma síntese desta investigação e uma reflexão sobre um modo de pensar o urbanismo, que foi, ao fim e ao cabo, a via, o fio condutor, que estruturou este trabalho.

Como explicar então, a ordem global que caracteriza o estado de equilíbrio numa cidade orgânica, a não ser pela ordem local dos seus constituintes?

Já vimos que esta busca não pode ser feita através do método analítico que isola os elementos e as variáveis a fim de os considerar um por um. Daí que esta dissertação não chegue a ter casos de estudo concretos e perfeitamente isolados¹.

Ao poder da análise parece suceder-se uma nova faculdade de reconhecimento de formas, que os anglo-saxões designam por *pattern recognition* e que aqui se designa genericamente por padrão. Um padrão é algo mais do que uma forma, é um motivo, uma estrutura escondida e subtil, um arquétipo que perdura no tempo e que é o reconhecimento das relações e das forças que lhe dão origem. É portanto um *motivo espaço-temporal* (Rosnay, 1977:223).

A identificação dum padrão é uma espécie de visão dupla através dum instrumento que Joël de Rosnay designou por Macroscópio (1977:10). Assim como o microscópio e o telescópio, permitiram fazer as grandes descobertas no campo do infinitamente grande e do infinitamente pequeno, o macroscópio permite-nos agora fazer grandes descobertas perante um outro infinito: o infinitamente complexo, (FIG. 0.1).

O macroscópio pode ser considerado como um símbolo numa maneira de ver, de compreender e de actuar. É pois o instrumento simbólico feito de um conjunto de métodos e de técnicas extraídos de disciplinas muito diversas que permite observar a complexidade (Rosnay, 1977:10). Utilizo pois este instrumento para observar aquelas

¹ Embora as referências à cidade de Lisboa sejam muitas, isso deve-se muito mais à minha experiência e conhecimento deste território do que à sua eleição como caso de estudo.

realidades não estudadas como o urbanismo orgânico cuja ordem implícita se esconde por detrás da desordem e da irregularidade aparentes, bem como para tentar descobrir novas regras de planeamento urbano e territorial mais eficazes e provavelmente bem mais discretas.

A identificação de padrões e propriedades expressos nos Capítulos 3 e 4, presentes no urbanismo orgânico e na Natureza em geral, são uma forma de usar esse instrumento, simplesmente porque todos os sistemas tem características semelhantes, quer se trate duma árvore ou de uma cidade. E o estudo de um, ajuda à compreensão do outro.

Não escondo nem a ambição nem as dificuldades que me acompanharam na realização deste trabalho. Ter optado por esta abordagem holística que me obrigou a percorrer áreas disciplinares tão distintas, quanto complementares, como a física, a biologia, a geografia, a ecologia ou a filosofia, para me ajudar a entender o urbanismo, era um risco. Mas por outro lado, esse percurso fez-me perceber melhor as relações, interconexões e interdependência entre as diversas coisas do Universo, pois a visão de conjunto, levanta novas questões, sugere outros estudos e encontra novas respostas.



FIG. 0.1 – *Infinitamente grande, infinitamente pequeno, infinitamente complexo* (Rosnay, 1977:10)

1ª Parte

A FORMA URBANA E O PENSAMENTO SISTÊMICO

“Se as portas da percepção se abrissem então veríamos a realidade tal como ela é...”

WILLIAM BLAKE

Capítulo 1

URBANISMO E COMPLEXIDADE: TOTALIDADE E ORDEM IMPLÍCITA

“As cidades, tal como os continentes, são simplesmente enormes factos da natureza, aos quais temos de nos adaptar. Estudamos a sua origem e função, porque esses aspectos são interessantes e também porque se tornam úteis para se fazerem previsões”

KEVIN LYNCH

1.1. O QUE É A CIDADE E QUAL A SUA NATUREZA?

Usamos a palavra arquitectura tanto para descrever a aparência das coisas como para referir a sua estrutura. Assim, a expressão “arquitectura da cidade” pode aparecer-nos com alguma ambiguidade porque podemos estar a referirmo-nos às características e aparência própria dos edifícios numa cidade ou podemos estar a referirmo-nos à estrutura da própria cidade enquanto um objecto material (Hillier, 1989:5). É sobre este segundo significado que este trabalho incide – o desenho da estrutura espacial da cidade, enquanto algo distinto do planeamento socioeconómico.

Mas será esta arquitectura da cidade idêntica à arquitectura dum edifício individual; apenas difere em termos de escala? Será o planeamento dum cidade, tal como o projecto do edifício, uma obra de arte? Para responder a estas perguntas, precisamos primeiro de saber o que é a cidade e qual a sua natureza.

A cidade é mais do que um artefacto material. Ela também se comporta como um organismo vivo, não só pela sua analogia formal, mas também porque está sujeita às mesmas leis de crescimento, de organização e complexidade que as coisas que têm vida.

Segundo Constantinos Doxiadis, a cidade é composta por cinco elementos: O *Homem* e a *Sociedade* que formam o conteúdo e a *Natureza*, os *Abrigos* e as *Redes*, que formam o contendor (FIG. 1.1). A *Natureza*, fornece o ambiente físico natural, no qual a cidade se estabelece e desenvolve, a *Sociedade* e os *Abrigos*, são as estruturas dentro das quais o *Homem* vive e desenvolve diferentes funções, e as *Redes*, são os sistemas naturais ou construídos que facilitam o funcionamento da cidade, como por exemplo as estradas, o abastecimento de água, a electricidade, etc. (Doxiadis, 1968:22).

Acredito, tal como Doxiadis, que a cidade é um organismo, uma vez que, pelo menos três dos elementos que compõem a cidade (*Natureza*, *Homem* e *Sociedade*), são orgânicos. A cidade pertence ao mundo orgânico, porque se um ou mais destes três elementos desaparecesse, a cidade desapareceria também. No entanto, a cidade é mais complexa do que os organismos naturais - Ela é habitada por seres conscientes que a criaram. As plantas não decidem sobre o seu destino, mas as cidades, enquanto assentamentos humanos, podem tomar decisões sobre o seu futuro, controlando o seu movimento, a sua transformação e a sua expansão, tanto no espaço como no tempo.

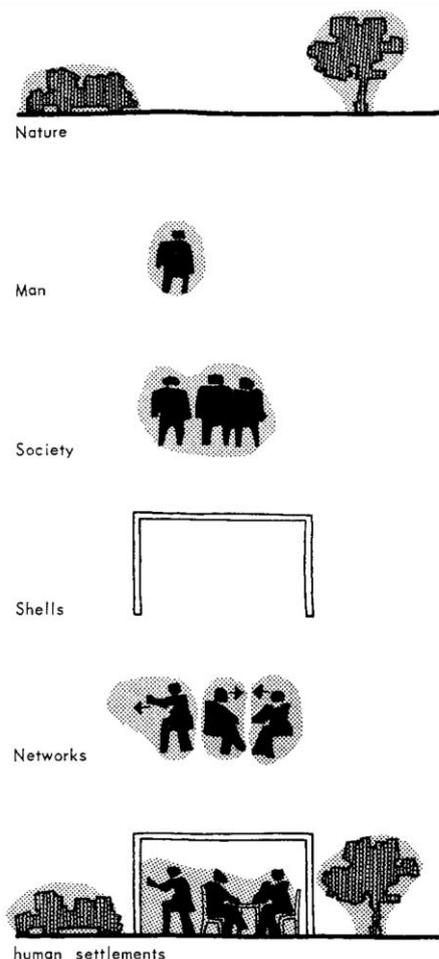


FIG. 1.1 – Os elementos que compõem os assentamentos humanos (in Doxiadis, 1968:22).

Ainda assim, as cidades não escapam às mesmas leis que os restantes organismos vivos, uma vez que a sua organização apresenta grandes semelhanças com as geometrias da Natureza, principalmente nas cidades ditas orgânicas. *“Tal como os organismos naturais, os assentamentos humanos, nascem, crescem, envelhecem e morrem. Contudo, ao contrário dos organismos eles não morrem por necessidade; através dum processo de renovação consciente, eles podem viver para sempre. (...) A grande diferença entre os assentamentos humanos e os organismos naturais é que os assentamentos são o produto de ambas as forças, naturais e conscientes e a sua evolução pode ser guiada, enquanto os organismos naturais são simplesmente o resultado de forças naturais e a sua evolução não pode ser guiada excepto dentro de limites muito restritos”* (Doxiadis, 1968:42).

As cidades, são pois, organismos de uma ordem mais elevada: *“Quando o Homo Sapiens começou a colonizar a terra, ele criou novos indivíduos biológicos, os*

assentamentos humanos, mais complexos e muito maiores do que os animais e as plantas e muito diferente deles, mas ainda assim, em muitos aspectos, comparável a esses organismos naturais” (Doxiadis, 1968:42). Contudo, estes assentamentos humanos vistos como indivíduos biológicos são muito recentes, quando comparados com os primeiros organismos criados pela Natureza, há 3,5 bilhões de anos atrás: “*Os assentamentos apareceram assim como sendo os organismos mais jovens com os quais o Homem tem de lidar. Em termos de idade, estamos a falar duma categoria de indivíduos biológicos muito jovens, diferente das células e dos corpos e que consiste em muitos destes. Nós estamos então inclinados a considera-los como indivíduos biológicos de uma ordem muito superior à das células ou de outros organismos”* (Doxiadis, 1968:4). Portanto, é bom que nos lembremos que a cultura humana e os seus artefactos são jovens e imaturos quando comparados com a Natureza.

Segundo Julian Huxley, as sociedades humanas, tal como outras colónias de animais, são indivíduos biológicos de terceira ordem, sendo os de primeira e segunda ordem, as células e os corpos, respectivamente. Mas conforme contrapôs Doxiadis, os indivíduos biológicos completos desta terceira ordem, não são simplesmente as sociedades humanas, mas sim os assentamentos humanos – as cidades. Se nós privarmos a sociedade da sua estrutura física ela não poderá desenvolver-se, nem sequer sobreviver. O indivíduo biológico completo é a sociedade humana, mais a sua estrutura física na qual esta opera. As sociedades humanas precisam duma estrutura física por forma a se organizarem e até por forma a funcionar (Doxiadis, 1968:42).

Também Joel de Rosnay, no seu livro *The Symbiotic Man* (2003), escreveu sobre a existência de uma nova forma de vida na terra: “*um macro-organismo planetário constituído pela totalidade dos seres humanos e máquinas, criaturas vivas, redes e nações – um ainda macro-organismo embrionário que está a tentar viver em simbiose com o ecossistema planetário”* (Rosnay, 2000:X).

Assim, só depois de considerarmos estas formas de vida, é que podemos falar da cidade orgânica, tendo em conta que esta é um organismo específico, duma ordem superior e também muito mais recente do que os animais ou plantas, e portanto numa fase mais primitiva do seu desenvolvimento. É pois com base neste pressuposto, que podemos estabelecer algumas comparações ao nível da estrutura física, padrões e propriedades geométricas, entre os organismos em geral e as cidades.

Estas ideias levantam inevitavelmente uma outra questão: O que é a vida? E do ponto de vista deste trabalho, o que é a vida num sistema espacial? Podemos concebê-la? Como veremos mais à frente o orgânico, nasce do inorgânico. Sabemos hoje que não existe matéria viva diferente de matéria físico-química. O que diferencia a vida da não vida é a forma de organização (Morin et al., 2003:65). E se a vida é uma certa forma de organização, então podemos questionar sobre essa organização, os seus padrões e as suas propriedades, por forma a usar esse conhecimento no planeamento das nossas cidades.

Habitualmente classifica-se a cidade em dois tipos: orgânica e planeada. No contexto aqui expresso, o que poderá isto significar - Que a primeira tem mais vida do que a segunda? Neste capítulo veremos como a distinção entre estes dois tipos de cidade é difícil e ambígua e isso deve-se essencialmente às nossas concepções tradicionais do espaço. Veremos também como a questão da escala nos pode dar diferentes classificações orgânico-planeado, ou seja com mais ou menos vida, quer dizer com mais ou menos presença de um certo tipo de organização.

1.2. CONCEPÇÕES TRADICIONAIS DO ESPAÇO

A nossa visão do espaço sempre esteve relacionada com a nossa concepção do universo. O ser humano sempre procurou entender o cosmos através de abstrações simplificadas que visam enfatizar os princípios e a ordem nas nossas experiências e percepções. O poder da abstracção é talvez o que melhor distingue o homem do resto do reino animal (Batty et al., 1994:10).

A busca da ordem é por um lado, uma característica inata do homem necessária para a sobrevivência. A ordem e a estabilidade permitem-nos compreender o universo, prever o futuro e isso é muito reconfortante. De resto, também os restantes seres vivos têm formas de organização.

Juntando a imaginação com a observação, o homem sempre procurou entender o universo e representa-lo de acordo com leis matemáticas precisas. A descrição do movimento aparente do sol e a descrição do sistema solar foram sempre uma obsessão da humanidade.

A geometria euclidiana, que vem dos gregos, foi um instrumento tão poderoso que ainda hoje domina a nossa noção de ordem e de organização. No entanto, esta ordem que percebemos ao longo dos séculos é apenas uma versão simplificada da ordem e da Natureza.

Temos hoje novos instrumentos que nos permitem identificar ordens mais complexas e isso está a mudar a nossa visão do mundo. No urbanismo e na arquitectura eles têm uma aplicação muito vasta, a começar pelos estudos da irregularidade em morfologia urbana como é o caso da cidade orgânica.

1.2.1. Da pré-história às civilizações pré-clássicas

Contrapondo-se aos fenómenos considerados inexplicáveis, às eventualidades e incertezas da vida, o homem, desde a pré-história, sempre buscou a razão desses acontecimentos. Para os nossos antepassados, no turbilhão desorientador de incertezas, os fenómenos celestes que se repetiam infalivelmente eram uma espécie de garantia contra as incertezas do futuro. Os planetas que com grande precisão, repetiam noite após noite, em conjunto com as estrelas, os movimentos de Leste para Oeste. A regularidade inexorável da marcha do Sol através do céu durante o dia. A Lua que mudava de aparência todos os meses. Essa regularidade da máquina celeste constituía para os nossos antepassados a prova de que o universo era racional, apesar da irracionalidade que os rodeava. A regularidade, ordem e estabilidade destes acontecimentos eram reconfortantes. Opondo-se à irracionalidade do mundo em que viviam, os homens construíram estruturas espaciais - os monumentos megalíticos, que tentam descodificar os espaços infinitos, lendo a sua explicação no céu.

Stonehenge, localizado na planície de Salisbury em Inglaterra, tal como outros monumentos do género, é uma espécie de imenso relógio cósmico que indica o movimento do Sol durante o ano. Há 4000 anos, os habitantes deste lugar tinham percebido os movimentos de deslocação do nascer do Sol no horizonte e que esses movimentos regulares seguiam regras bem precisas. No solstício de Verão (a 21 de Junho, que é nas nossas latitudes, o dia mais longo do ano, e que marca o início desta estação), o Sol nasce no ponto do horizonte situado mais a Norte. Seis meses depois, no solstício de Inverno (a 21 de Dezembro, que é para nós o dia mais curto do ano, e que marca o início do Inverno), encontra-se no ponto mais a Sul. Meio ano mais tarde, volta

a nascer no ponto situado mais a Norte, e assim sucessivamente. Se num dia do solstício de Verão, nos dirigirmos a este observatório megalítico, cuja ala central estava orientada para o ponto situado mais a Norte, teremos uma visão gloriosa do Sol a nascer, enquadrado por um portal de pedra erigido há cerca de 40 séculos. O Sol, era pois, muito racional e previsível, comparado por exemplo com a imprevisibilidade dos fenómenos climáticos. Estas estruturas espaciais eram pois os relógios e os calendários que permitiam ao homem sobreviver (FIG. 1.2).



FIG. 1.2 – *Menires de Stonehenge, planície de Salisbury, Inglaterra, 2000 a 1500 A.C* (in Thuan, 1999:90).

Os construtores de Stonehenge também se debruçaram sobre os movimentos da Lua. São prova disso os numerosos montículos e fossos que rodeiam o observatório solar que parece estarem alinhados pelo nascer da Lua no seu ponto do horizonte situado mais a Norte. Estes alinhamentos lunares são mais aproximativos, mais irracionais e conseqüentemente mais irregulares, porque o movimento da Lua é muito mais complicado do que o do Sol. Depois de cada ciclo, ela nasce no mesmo ponto do horizonte situado mais a Norte, mas surge em pontos diferentes em ciclos sucessivos, para só regressar ao ponto mais a Norte depois de um longo período de tempo de quase 19 anos. Os ciclos da Lua são assim, variados e diversos, pelo que constituíram um verdadeiro quebra-cabeças para os construtores de Stonehenge e para os seus predecessores (Thuan, 1999:91).

Já nas civilizações pré-clássicas, como as do Egipto e a Babilónia, as preocupações com a geometria e a abstracção visual eram uma preocupação permanente: Apesar dos assentamentos humanos serem mais marcados por um crescimento natural ou orgânico, existem muitos exemplos de desenvolvimentos planeados, onde o homem impunha princípios geométricos simples, quer nas cidades quer no território envolvente: *“As primeiras cidades mostram evidência de ruas em linha recta, zonamento, vistas e monumentos associados à afirmação do poder político e económico, ruas radiais a partir do centro e sistemas de cidades hierarquizados bem desenvolvidos, consistentes com a produção agrícola e os mercados económicos”* (Batty et al., 1994:11).

1.2.2. A Antiguidade Clássica

A geometria abstracta teve grandes desenvolvimentos com os Gregos. Euclides redigiu um tratado de geometria repleta das mais elegantes demonstrações a partir do qual se aprendeu durante de 23 séculos. Foram os gregos os primeiros a conceber a Terra como uma esfera e também os primeiros a desenvolver os requisitos duma ciência geométrica aplicada à construção da cidade. Com Eratóstenes, cientista grego que trabalhava no Egipto, ficou demonstrado que a Terra não era plana mas sim uma esfera, da qual determinou com precisão o seu tamanho, supondo que esta era perfeitamente redonda. Através da observação do comprimento das sombras em lugares com latitudes distintas, verificou que no lugar mais a Norte as sombras eram sempre maiores para um mesmo objecto. Isso só podia acontecer se a superfície da terra fosse curva, concluiu. Definido o grau da curvatura entre esses dois pontos distantes foi possível determinar o tamanho da Terra com muito boa aproximação. A ideia de ser um círculo, tornou esta figura, perfeita, divina e portanto necessária para explicar tudo o que se passa nos céus. Neste contexto, o modelo geocêntrico, com a terra no centro do universo e os corpos celestes girando à sua volta com órbitas circulares perfeitas, era a ideia mais natural (FIG. 1.3).

Esta visão predominante foi então formulada por Cláudio Ptolomeu, um astrónomo Alexandrino e também o supremo astrólogo do seu tempo. Ptolomeu acreditava que a Terra era o centro do Universo, e que o Sol, a Lua e os restantes planetas giravam em torno da mesma. Nesta concepção a Terra era fixa, sólida e imóvel

enquanto se observavam os corpos celestes nascerem e porem-se todos os dias. Este modelo permitiu algumas previsões do movimento dos planetas suficientemente boas para a precisão das medições para a época. Apoiado pela igreja durante a idade média, o modelo de Ptolomeu predominou durante um milénio aniquilando qualquer outra visão. A ideia de espaço e de ordem era portanto uma ordem divina e estava associada à ideia do Cosmos e à percepção da ordem cósmica.

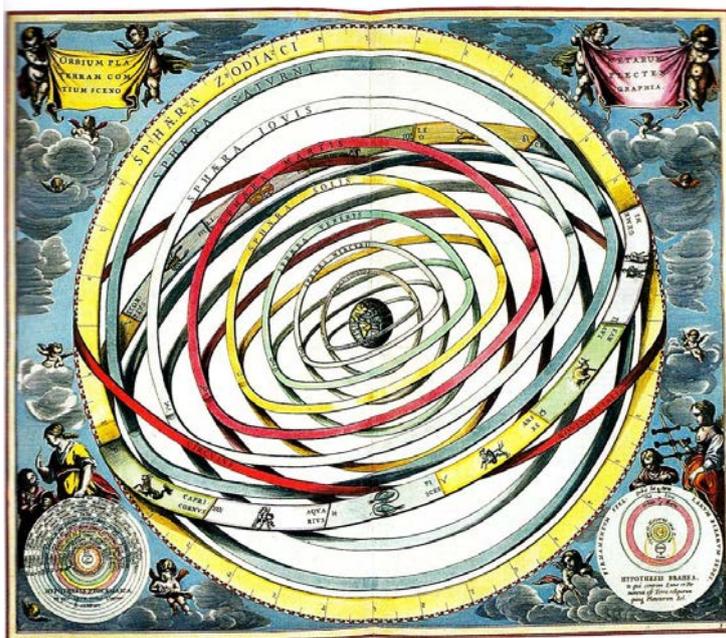


FIG. 1.3 - Representação espacial do sistema ptolomaico (in Roob, 1997:51).

A ideia de que a Terra deveria ser uma esfera perfeita reforçou a ideia de que a verdadeira e perfeita geometria se deveria basear em formas simples e regulares. Pitágoras e os seus discípulos acreditavam que uma harmonia matemática estava por detrás de toda a Natureza. Apaixonados pelos números inteiros e pelos sólidos regulares, os pitagóricos acreditavam que todas as coisas poderiam ser derivadas deles gerando-se uma crise de doutrina quando descobriram que a raiz quadrada de 2 era irracional. Para os pitagóricos tal veio significar algo de ameaçador, um indício de que talvez a sua visão do Mundo não fizesse sentido. Mas em vez de participarem estas descobertas matemáticas, que são um dos mais poderosos instrumentos científicos para o estudo da Natureza, os pitagóricos esconderam, ao mundo exterior as suas descobertas, atrasando assim o avanço da ciência em cerca de um milénio (Sagan, 1984:217-218). Também Platão, seguidor de Pitágoras, preferia a perfeição destas

abstracções matemáticas às imperfeições da vida quotidiana. O poder da razão e do raciocínio era de longe mais real do que o mundo natural, a observação e a experimentação. A distinção entre o racional e o irracional tornou-se muito marcada, sendo que o racional estava associado ao divino, à ordem verdadeira, enquanto o irracional estava associado às coisas irregulares e sujas terrenas, sendo por isso incompreensíveis.

“Os gregos acreditavam que os seus teoremas matemáticos expressavam verdades eternas e absolutas acerca do mundo real e que as formas geométricas eram manifestações de uma beleza absoluta. A geometria era considerada como sendo uma combinação perfeita de lógica e beleza, e por isso acreditavam que a sua origem era divina. Daí a divisa de Platão: „Deus é um geómetra””(Capra, 2009:164).

Esta visão do mundo, do espaço e da matéria, venceu pois uma corrente intelectual inteiramente diferente, baseada na observação e na experimentação que se desenvolveu na Grécia simultaneamente e que, sabemos hoje, teria mudado o curso da história e da ciência se a sua importância não tivesse sido minorada. Há 2500 anos atrás, na Ilha de Sama, os Jónios argumentavam que o universo era conhecível, porque este exibia uma ordem interna, porque havia constantes na Natureza que permitem desvendar os seus segredos – A Natureza não é completamente imprevisível – Há regras que até ela tem de obedecer. Foi aqui que nasceu a ideia de conhecer o Mundo sem a hipótese de Deus. Dito de outro modo, foi aqui que nasceu a ciência: A ideia de que havia princípios, forças, leis da Natureza, através dos quais fosse possível entender o Mundo sem a necessidade da intervenção duma entidade divina. Para Tales o Mundo não tinha sido feito pelos Deuses, mas em vez disso era o resultado de forças materiais interagindo na Natureza. Anaximandro estudava a profusão das coisas vivas e via o seu inter-relacionamento. Concluiu que a vida teve origem na água e que depois colonizou a Terra. Os seres humanos devem ter-se desenvolvido a partir de coisas mais simples, pensava ele - visão que teve de esperar 24 séculos até a sua veracidade ser demonstrada por Charles Darwin. Demócrito compreendeu que as formas complexas, mudanças e movimentos do Mundo material derivavam da interacção de partes móveis muito simples – chamou a estas partes átomos. Todos os objectos materiais, incluindo nós próprios, eram compostos por átomos intricadamente ligados. Demócrito acreditava que nada acontecia por acaso, que tudo tinha uma causa material (Sagan, 1984:203-214).

Mas esta corrente começou a ser perseguida pelos místicos que levaram a sua avante. A ciência e a experimentação desenvolvidas por Demócrito e outros Jónios foram suprimidas e a sua influência na história minorada. A hostilidade que Platão manifestava para com a observação e a experimentação e para o mundo revelado pelos nossos sentidos dominou e asfixiou a filosofia ocidental (Sagan, 1984:219).

Assim, é bem compressível que já nesta altura a distinção entre cidade orgânica e a cidade planeada fosse uma realidade. De facto, Gregos e Romanos marcaram bem esta distinção e deixaram-nos um legado de cidades planeadas, principalmente através dos seus esforços de colonização pelo mundo. É aí que aparecem formalmente os primeiros modelos de cidades baseados num sistema de quadrícula, tal como aconteceu com Mileto ou Priene, ou nos acampamentos militares romanos que tinham de ser montados rapidamente e onde era necessário impor uma ordem geométrica pré-estabelecida. Depois esta ordem foi estendida à paisagem e ao território através do desenho de estradas, localização de novos assentamentos, muros e divisões de terreno e outras barreiras artificiais criadas pelo ser humano bem como as grandes obras de hidráulica, quer para o apoio à grande produção agrícola quer da infra-estruturação das cidades.

“Quando o Império Romano colapsou e a Europa mergulhou na idade das trevas, o que sobrou do conhecimento e entendimento do espaço, foi extensiva e largamente documentado em muitos tratados: A geografia de Ptolomeu, a arquitectura de Vitruvius e claro, a magnificente exposição de Euclides, Elementos de Geometria, escritos cerca de 300 anos A.C., todos os que viriam a ser redescobertos durante a Renascença Europeia, precursora da idade moderna” (Batty et al., 1994:12).

1.2.3. A Idade Média

Durante a Idade Média o conhecimento formal da geometria adormeceu nos mosteiros e permaneceu profundamente arreigada ao pensamento místico e religioso. As concepções do Mundo conhecidas dessa época, eram bem mais abstractas do que muitos outros mapas antes de Ptolomeu, como podemos observar pela confrontação dos mapas de Anaximandro do Séc. VI a.C. (FIG. 1.4) com o mapa medieval T-O de Isidoro de Sevilha do Séc. XII, mais de 1000 anos depois, (FIG. 1.5).

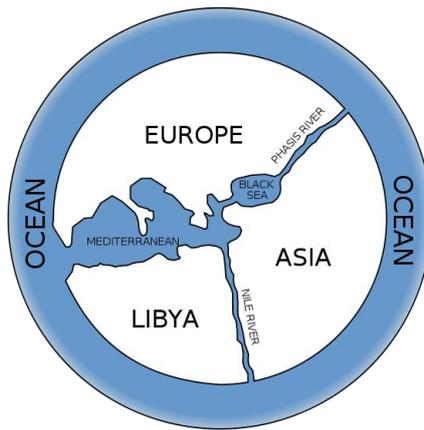


FIG. 1.4 - *Reconstrução do Mapa de Anaximandro (540 a.C.)*
(http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_do_mapa-m%C3%BAndi em 7.05.10)

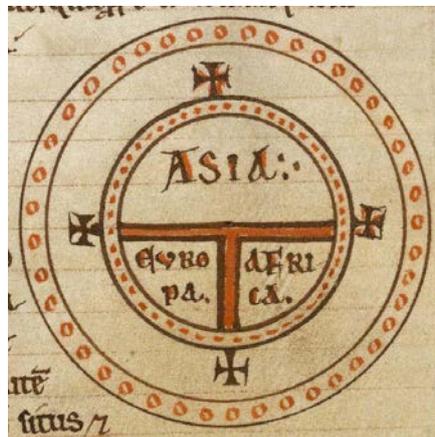


FIG. 1.5 - *Mapa medieval T-O de Isidoro de Sevilha (630 d.C.)*
(http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_do_mapa-m%C3%BAndi em 7.05.10)

Uma característica básica dos mapas medievais era pois, dar relevância a determinados sítios em detrimento de outros, através da posição cimeira ou central dos lugares mais importantes ou sagrados. A representação mística e simbólica da realidade era bem mais importante, do que a representação da realidade observada, como se verifica com o mapa de Anaximandro.

Neste contexto, também o planeamento das cidades sofre um retrocesso. Lisboa medieval é bem o exemplo disso. É difícil imaginar como por detrás da cidade representada na planta de João Nunes Tinoco (ver FIG. 1.13a) esteve um dia uma cidade Romana, com o Circo, as Termas, o Fórum, articulados muito provavelmente numa malha regular e ortogonal, muito mais parecida com aquilo que é a Baixa Pombalina hoje.

A queda do Império Romano e a forte instabilidade da época obrigou ao abandono das zonas de planície e de fundo de vale e ao recolhimento em zonas mais altas e declivosas e portanto de mais fácil defesa. Tudo isto, acompanhado da (re)construção de muralhas que obrigaram à compactação do tecido urbano, contribuiu para o desenvolvimento mais orgânico das cidades e do território, onde a escala humana e a irregularidade eram dominantes.

1.2.4. A ciência moderna

Com a Renascença Europeia, a geometria e a ciência dos gregos foi redescoberta, surgindo imediatamente novos avanços como foi a descoberta da perspectiva. Mas a redescoberta dos tratados dos gregos e dos romanos, foi também, em algumas matérias a sua negação, como aconteceu com a visão geocêntrica da terra expressa no modelo de Ptolomeu. Em 1543 Copérnico publicou uma hipótese explicativa muito diferente do movimento aparente dos planetas, em que seu aspecto mais ousado era a afirmação de que o centro do Universo estava no Sol e não na Terra como se pensava. A Terra passava assim a ser apenas mais um dos planetas (FIG. 1.6).

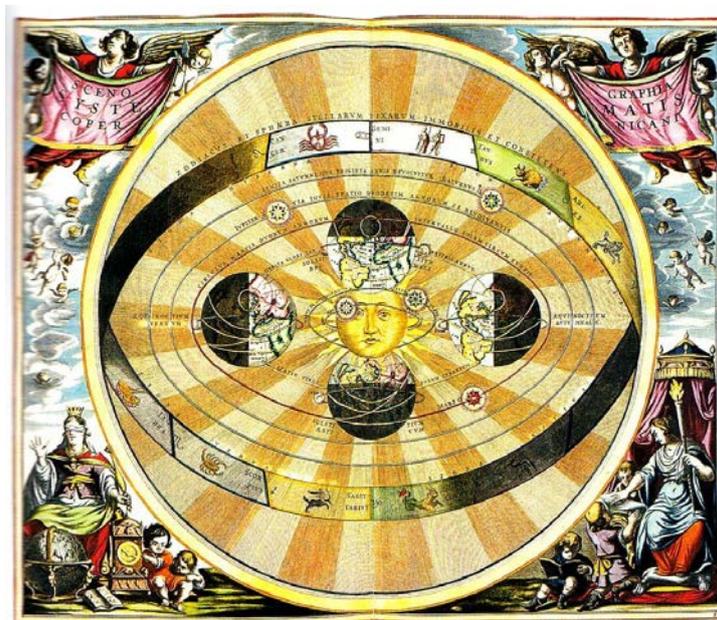


FIG. 1.6 - Representação espacial do sistema de Copernicano (in Roob, 1997: 58)

Este modelo, que funcionava pelo menos tão bem como o de Ptolomeu, incomodou muito a mentalidade da altura e em 1616, a Igreja Católica incluiu a obra de Copérnico na sua lista de livros proibidos.

A partir do Séc. XVI, a aceitação progressiva destas ideias constituíram uma profunda revolução científica, no entanto ainda hoje resistimos a elas com uma espécie de geocentrismo quotidiano, uma vez que continuamos a empregar na nossa linguagem os termos como “*nascer do sol*” ou “*pôr-do-sol*”. Embora saibamos que este movimento do Sol é aparente, a nossa linguagem continua a fingir que a Terra não gira e que o Sol não se encontra no centro do sistema solar.

A ideia de que a Terra era o centro do Universo era fulcral para o pensamento religioso, particularmente para os Cristãos. Contudo, este modelo de interligação das esferas não se coadunava com a observação do movimento dos planetas que a ciência do século XV desenvolvia cada vez com mais precisão.

Foi Johannes Kepler, nascido na Alemanha em 1571, quem melhor confrontou estas duas visões do Cosmos, a geocêntrica e a heliocêntrica, dando assim razão a Copérnico e desencadeando a revolução científica moderna. Kepler foi a primeira pessoa a compreender correctamente como os planetas se movem e como o sistema solar funciona. Foi também o primeiro a ousar repudiar a noção de „perfeição divina do círculo“ introduzida pelos gregos e a encarar as órbitas elípticas. Antes de Kepler a astronomia tinha pouca ligação com a realidade física, porque não havia o hábito de confrontar ideias contra observações. Mas com Kepler, veio a ideia de que uma força faz mover os planetas nas suas órbitas, força essa que mais tarde se veio a confirmar com Newton, como sendo a gravidade. Apesar disto, Kepler viveu numa época em que o espírito humano estava ainda acorrentado ao misticismo - A ciência estava ainda desprovida da ideia de que, subjacentes aos fenómenos da Natureza, poderiam estar as leis da física (Sagan, 1984: 71-86).

Mas esta visão estava prestes a mudar radicalmente e durante os séculos XVI e XVII, a noção dum universo orgânico, vivo e espiritual, foi substituída por outra visão do Mundo, como uma máquina, que se tornou a metáfora dominante da época moderna. Esta mudança radical veio à luz após as novas descobertas na física, astronomia e matemática, conhecida como a Revolução Científica e associada aos nomes de Copérnico, Galileu, Descartes, Bacon e Newton (Capra, 1997: 19).

Descartes formulou pela primeira vez em linguagem científica moderna uma visão do Universo, sem a necessidade de um Deus. Provocando uma ruptura revolucionária com a igreja, Descartes desenvolveu então uma visão mecanicista. Ele queria saber como é que o Mundo funcionava sem a ajuda do Papa. Ficou fascinado pela máquina do relógio e fez dele a sua principal metáfora. Era como se a Natureza funcionasse da mesma forma. Desmonta-se, reduz-se a um conjunto de peças simples e fáceis de entender, analisa cada uma das partes individualmente e aí passamos a entender o funcionamento do todo. Esta visão fragmentária da realidade a partir da qual se pode obter um conhecimento total era a essência do pensamento de Descartes.

Galileu restringiu a ciência apenas ao estudo dos fenómenos que podiam ser medidos e quantificados, enquanto Descartes criou o método de pensamento analítico, que consiste em partir um fenómeno complexo em várias partes para entender o comportamento do todo através das propriedades das partes. Durante muito tempo este método foi reconhecido como o verdadeiro método científico, e essa visão ainda predomina nos dias de hoje.

Quando Descartes morreu (1650), as ideias recebidas, começavam a admitir que o centro do sistema poderia ser o Sol e não a Terra. Em conjunto estas ideias influenciaram em muito esta grande revolução científica: *“A revolução Cartesiana tornou o universo acessível através da razão. O poder da análise e da lógica tornaram os homens mestres da ciência e da tecnologia”* (Rosnay, 2000:281).

No entanto, Descartes não conhecia a gravitação. Foi Newton que no fim do Século XVII estabeleceu uma teoria científica que estabelecia a força que sustinham os planetas nas suas orbitas e que compunham o sistema solar, a gravidade, mas também os princípios físicos para diversos fenómenos a outras escalas. Newton era então venerado como um Deus. Reduzindo todo o fenómeno físico ao movimento de partículas causado pela força da gravidade, ele conseguia descrever o movimento exacto de qualquer objecto com equações precisas. As chamadas leis de movimento de Newton são o maior feito da ciência do Século XVII. Era um feito tão incrível para a época, que as leis de Newton foram logo adoptadas como teoria correcta da realidade – As leis finais da Natureza. O sonho cartesiano do Mundo como uma máquina torna-se um facto consumado o que teve profundas implicações nas noções de espaço. Assim, a velha explicação mística e sagrada do universo foi desaparecendo e *“a estrutura conceptual*

criada por Galileu e por Descartes – o mundo como uma máquina perfeita governada por leis matemáticas exactas – foi completada numa forma triunfante por Isaac Newton, cuja grande síntese, mecânica Newtoniana, foi o coroamento da ciência do século XVII” (Capra,1997:20).

No entanto, grande parte da ciência de Newton e dos seus contemporâneos estava profundamente enraizada na noção de geometria perfeita de Euclides, sendo esta ainda hoje a visão convencional da geometria (Batty et al., 1994:13). Essencialmente, a visão mecanicista de Newton dependia numa visão do espaço e do tempo contínuos e absolutos, os fenómenos eram lineares, o que permitia o entendimento dos sistemas através de sucessivo reducionismo. Esta visão mecânica tornou-se assim no pilar da ciência moderna e ainda hoje se confunde como sendo o verdadeiro método científico.

1.3. UMA NOVA CIÊNCIA PARA O ESTUDO DO ESPAÇO E DA VIDA

O paradigma Cartesiano está pois ainda muito enraizado na nossa ciência actual, embora de um modo muito desigual entre as várias disciplinas. No entanto, as coisas começam a mudar. O telescópio e o microscópio estenderam a nossa capacidade de observar e compreender o Mundo e com ela a nossa percepção tradicional do espaço e do tempo. Eles permitiram o conhecimento do infinitamente grande e do infinitamente pequeno fomentando assim o conhecimento de novas geometrias e de novas ordens que permitem lidar melhor com a complexidade e com a irregularidade.

O século XX viu desmoronar-se, um após outro, os muros da certeza que rodeavam a fortaleza de um determinismo absoluto da Natureza. A visão newtoniana de um universo fragmentado, mecanicista e determinista deu lugar à visão de um mundo holístico, indeterminista e exuberante de criatividade.

1.3.1. A nova física

Desde o Séc. XVII que a Física tem sido o exemplo brilhante de uma ciência exacta, servindo como modelo para todas as outras ciências. A grande base da ciência moderna assentou na física clássica, exactamente do mesmo modo como a nova ciência assenta agora na física moderna. A mudança radical do panorama da física está pois na

origem duma nova revolução científica que é a que vivemos actualmente – a revolução sistémica. Outros chamam a esta nova forma de pensar “*ciências da complexidade*”.

A nova concepção do Mundo em contraste com a visão mecanicista, começou a ser abandonada no princípio do século XX, quando a teoria da relatividade e teoria quântica, as duas teorias básicas da física moderna – nos forçaram a adoptar uma visão da Natureza muito mais subtil, sagrada e orgânica. Estes dois desenvolvimentos diferentes destruíram os principais conceitos da abordagem newtoniana: a noção de espaço e de tempo absolutos, as partículas sólidas elementares enquanto blocos básicos de construção da matéria, a natureza estritamente causal dos fenómenos físicos e o ideal de uma descrição objectiva da Natureza independente do observador. Estupefactos, os físicos do início do século XX, verificavam que nenhum destes conceitos se aplicava aos novos domínios em que a física penetrava. A física moderna confirmou que “*todos os conceitos que usamos para descrever a natureza são limitados; não são características da natureza, mas apenas criações da nossa mente, partes de um mapa, não de um território*” (Capra, 2009:163).

Em 1905, Einstein iniciou esta revolução com um artigo que lançava as bases da sua famosa teoria da relatividade sacrificando para isso dois conceitos básicos da física clássica newtoniana: a universalidade do tempo e a universalidade do espaço: “*De acordo com a teoria da relatividade, o espaço não é tridimensional e o tempo não é uma entidade separada. Ambos estão infinitamente ligados e formam um contínuo a quatro dimensões, o „espaço-tempo”. Na teoria da relatividade, portanto nunca podemos falar de espaço sem falar de tempo, como no modelo newtoniano. Observadores diferentes ordenarão diversamente os acontecimentos no tempo se eles se moverem a velocidades diferentes em relação aos acontecimentos observados. Neste caso, dois eventos que são vistos como ocorrendo simultaneamente por um observador podem ocorrer em diferentes sequências temporais para outros observadores. Todas as medições que envolvem espaço e tempo perdem assim o seu significado absoluto. Na teoria da relatividade, o conceito newtoniano de um espaço absoluto como cenário dos fenómenos físicos é abandonado, tal como o conceito de um tempo absoluto. Quer o espaço quer o tempo passaram a ser meros elementos da linguagem que um observador particular usa para descrever os fenómenos observados*” (Capra, 2009:67).

Os conceitos de espaço e de tempo são tão importantes para a descrição dos fenómenos naturais que a sua modificação envolve uma transformação de todo o esquema que usamos para os descrever: *“As nossas noções de espaço e de tempo têm um lugar destacado no nosso mapa da realidade. Servem para organizar e localizar coisas e acontecimentos no nosso meio ambiente e são por isso de importância primordial, não só na nossa vida quotidiana mas também nas nossas tentativas de compreender a natureza através da ciência e da filosofia”* (Capra, 2009:67). A profunda modificação que a teoria da relatividade introduziu nestes conceitos básicos originou assim uma das maiores revoluções na história da ciência.

Em 1915, Einstein anunciou a sua teoria geral da relatividade, que incluía a gravidade, ou seja a atracção mútua de todos os corpos maciços. Segundo esta teoria, a força da gravidade, tem o efeito de „curvar“ o espaço e o tempo. Isto significa que a geometria euclidiana comum, deixa de ser válida num tal espaço curvo, tal como a geometria bidimensional de um plano não pode ser aplicada na superfície de uma esfera, porque as regras da geometria euclidiana não se mantêm nas superfícies curvas como podemos observar na FIG. 1.7.

Num plano podemos desenhar um quadrado, marcando o comprimento de um metro ao longo de uma linha recta, fazendo o ângulo recto e marcando outro comprimento idêntico, depois fazendo outro ângulo recto e marcando outro metro e finalmente fazendo um terceiro ângulo recto e marcando outro metro de novo, depois do qual regressamos ao ponto de partida e o quadrado está completo. Numa esfera, no entanto este procedimento não resulta. Não há como fazer um quadrado aplicando as mesmas regras.

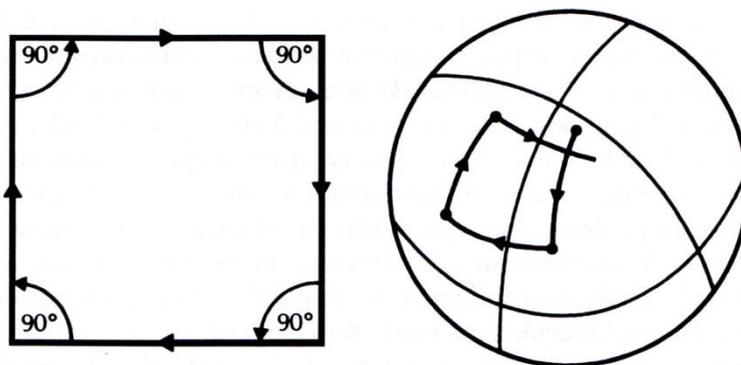


FIG. 1.7 – *Desenhando um quadrado num plano ou numa esfera* (in Capra, 2009:69).

Não temos possibilidades de sentir directamente as quatro dimensões do espaço-tempo nem quaisquer outros conceitos relativistas e por isso nos parecem estranhos. Para entendermos o significado de um espaço-tempo curvo, temos de usar superfícies bidimensionais curvas como analogia. Imaginemos um insecto que se desloca numa superfície plana de A para B com o objectivo de percorrer a menor distancia entre estes dois pontos. Ele traça naturalmente uma recta. Agora, imaginemos que o mesmo insecto tem o mesmo objectivo na superfície curva da esfera. O que sucede naturalmente é que ele traça uma linha curva, do nosso ponto de vista. No entanto, ele traçou o percurso mais curto entre os pontos A e B (FIG. 1.8).

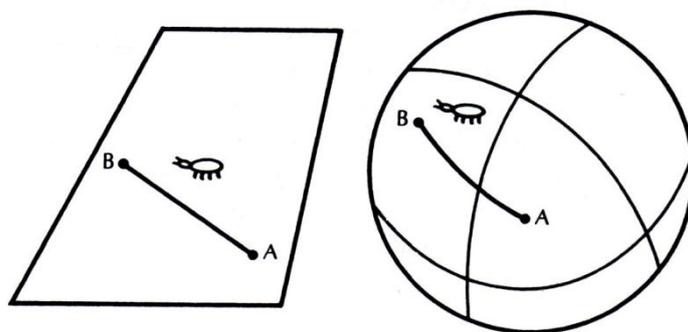


FIG. 1.8 – *Desenhando uma «linha recta» num plano e numa esfera* (in Capra 2009:69).

Também os aviões fazem naturalmente este tipo de traçados em torno do globo terrestre por forma a percorrer a menor distância entre origem e destino. Pela mesma razão não conseguimos mapear a terra correctamente num pedaço de papel. Assim para podermos saber se uma superfície é curva ou não, basta fazermos simples medições geométricas e comparar os resultados com os prognósticos da geometria Euclidiana - se existir uma discrepância a superfície é curva, quanto maior for a discrepância maior será a curvatura. Assim, ao passo que sobre a superfície plana vigoram os axiomas da geometria euclidiana, na superfície da esfera descobrimos outras leis diferentes (Capra, 2009:175-178).

Vivemos então num espaço-tempo curvo: *“Onde quer que haja um objecto maciço, por exemplo uma estrela, ou um planeta, o espaço que os rodeia é curvo e o grau de curvatura depende da massa do objecto. E como o espaço nunca pode ser separado do tempo na teoria da relatividade, também o tempo é afectado pela presença da matéria, fluindo diversamente em partes diferentes do universo”* (Capra, 2009:70).

Assim, a estrutura completa do espaço-tempo, ou quarta dimensão, depende da distribuição da matéria no universo e o conceito de «espaço vazio» perde assim o seu significado.

Mais à frente veremos como é que a gravidade afecta directamente a forma e o tamanho dos objectos, nomeadamente a cidade. Por agora interessa apenas sublinhar *“as limitações das nossas noções euclidianas de espaço tridimensional, e de um tempo que flui linearmente na nossa experiência quotidiana do mundo físico, e que têm de ser completamente abandonadas se quisermos aumentar o nosso conhecimento”* (Capra, 2009:180).

Acreditar que a geometria é inerente à Natureza, e não parte de uma estrutura que usamos para descrever, vem do pensamento grego. Por mais de dois mil anos, a geometria Euclidiana foi considerada como sendo a verdadeira natureza do espaço. Mas com a teoria da relatividade de Einstein, os filósofos e cientistas começaram a aperceber-se que a geometria não é inerente à Natureza, mas que é nela imposta pela mente humana. Assim, uma conclusão central da teoria da relatividade é a de que a geometria é uma construção do intelecto – os nossos conceitos geométricos não são propriedades absolutas imutáveis da Natureza, mas sim construções intelectuais (Capra, 2009:163 - 165).

O outro grande desenvolvimento que se deu no mundo da física contribuindo assim para a grande revolução científica do Séc. XX, foi a teoria quântica ou teoria dos fenómenos atómicos, para a qual a teoria da relatividade de Einstein deu um grande contributo, mas que este teve grandes dificuldades em aceitar.

Destronados os conceitos de espaço e tempo absolutos, pela teoria da relatividade, a teoria quântica vem também destruir os conceitos de espaço vazio e matéria sólida, também estes profundamente entranhados nos nossos hábitos de pensamento e por isso, extremamente difícil para nós, de imaginar uma realidade física onde eles não se apliquem. Mas é precisamente isso, que a física moderna nos obriga a fazer, quando ultrapassamos a zona das dimensões médias. No infinitamente grande, ou no infinitamente pequeno, o „espaço vazio“ perdeu o seu significado e o conceito de objectos sólidos foi destruído.

A visão mecânica do mundo da física era baseada na noção de corpos sólidos movendo-se no espaço vazio. Mas já no fim do Século XIX, a estrutura dos átomos

começou a ser revelada. Os físicos em vez de encontrarem as partículas pesadas e sólidas como se acreditava desde a Antiguidade, verificaram que os átomos eram constituídos essencialmente por espaço vazio.

Os átomos são entidades extremamente pequenas. Imagine-se uma laranja inchada do tamanho da terra. Os átomos da laranja teriam então o tamanho de cerejas. No entanto o átomo apesar de ser extremamente pequeno comparado com os objectos macroscópicos é imenso comparado com o seu núcleo. Para visualizarmos o núcleo precisávamos de aumentar a cereja ao tamanho da cúpula de S. Pedro em Roma. Aí o núcleo teria o tamanho de um grão de sal. Assim, um átomo é extremamente pequeno comparado com os objectos macroscópicos, mas é imenso comparado com o núcleo no seu centro. A esta forma de visualização do átomo chamaram os físicos de modelo planetário (Capra, 2009:72). As experiências mostravam assim, que os átomos, ao invés de serem sólidos e indestrutíveis consistiam em vastas regiões de espaço vazio no qual partículas extremamente pequenas se moviam, não tendo qualquer relação com os objectos da física clássica. Eram antes entidades abstractas, que tinham um duplo aspecto. Dependendo do modo como as observamos, ora aparecem como partículas ora como ondas, como acontece com a luz. Ondas que não são autênticas ondas tridimensionais como acontecem na água, mas ondas de probabilidade. Foi esta contradição que conduziu à formulação da Teoria Quântica: *“Ao nível subatômico, a matéria não existe com certeza em lugares exactos, mas antes mostra „sinais de existir”, e os acontecimentos atômicos não ocorrem com segurança em tempos e de modos definidos, mas mostram «tendências para ocorrer”* (Capra, 2009:73). As propriedades de uma partícula só podem ser compreendidas nos termos da sua actividade, da sua interacção com o meio envolvente e não têm significado como entidades isoladas, mas apenas podem ser entendidas como interconexões, ou correlações, entre vários processos de observação e medição: *“À medida que penetramos na matéria, a natureza não nos mostra qualquer „bloco de construção básico” isolado, mas antes parece uma teia de relações complicada entre as variadas partes do todo. Estas relações incluem sempre o observador de um modo essencial. O observador humano constitui o elo final na cadeia dos processos de observação e as propriedades de qualquer objecto atômico só podem ser entendidas nos termos da interacção do objecto com o observador. Isto significa que a ideia clássica de uma descrição objectiva da natureza deixa de ser*

válida. A divisão cartesiana entre o Eu e o mundo, entre o observador e o observado, não pode ser feita quando se trata da matéria ao nível atómico. Em física atómica, nunca podemos falar acerca da natureza sem falar, ao mesmo tempo, de nós próprios” (Capra, 2009:74).

A teoria quântica veio deste modo, revelar a unidade do universo e mostrar que não podemos decompor o mundo em unidades mais pequenas com existência independente: Ao nível macroscópico é possível dizer que as coisas são constituídas por partes, porque as forças que as mantêm são relativamente fracas. Assim falamos de átomos, moléculas, células, órgãos, corpos, paredes, edifícios, etc. Mas ao nível das partículas sub-atómicas, já não é possível ver as coisas desta maneira.

A única coisa visível é uma teia de relações que é intrinsecamente dinâmica ou seja as propriedades das partículas sub-atómicas apenas podem ser compreendidas num contexto dinâmico – em termos de movimento interacção e transformação. Nas palavras de Fritjof Capra, *“as partículas subatómicas não são coisas mas interconexões entre coisas, e estas, por sua vez, são interconexões entre outras coisas e por aí fora. Na física quântica nós nunca acabamos com coisas, nós lidamos sempre com interconexões”* (1997:29).

A razão por que os objectos que nos rodeiam, que consistem na sua maioria de espaço vazio, têm um aspecto tão sólido resulta da estabilidade dinâmica de forças, ligações, interconexões e não de blocos básicos de construção da matéria.

Com a física verificou-se ainda que a natureza dinâmica do universo surge não só ao nível subatómico, mas também quando observamos através de poderosos telescópios, as estruturas imensamente maiores, como as estrelas ou as galáxias num incessante movimento. A rotação duma galáxia em espiral como a nossa Via Láctea ou o Universo como um todo em expansão, com os seus milhões de galáxias que se iniciou com a explosão do Big Bang, que foi uma das teorias mais importantes da moderna astronomia, são apenas alguns exemplos desse carácter dinâmico da Natureza também à grande escala.

Com a física moderna os conceitos tradicionais de espaço e tempo, de objectos isolados e de espaço vazio, perdem o seu significado e o Universo é assim visto como um todo dinâmico e inseparável que inclui sempre e necessariamente, o observador. Desde o século XVII, que a física serve de exemplo como ciência „exacta“, servindo

como modelo para todas as outras ciências. No entanto, grande parte dessas ciências, como é o caso do urbanismo e da arquitectura estão ainda muito baseados na estrutura conceptual da física clássica que se desenvolve de acordo com a concepção geral de realidade predominante nos séculos XVII, XVIII e XIX.

Mas nota-se já alguma mudança. Segundo muitos cientistas crêem, vivemos actualmente uma grande revolução científica, impulsionada pela nova física, designada por revolução sistémica e que só tem paralelo na Revolução de Copérnico. As teorias sistémicas estão pois a afectar todas as ciências e áreas disciplinares, entre as quais o urbanismo e a arquitectura, o que implica uma profunda mudança na nossa forma de pensar e consequentemente nos métodos que empregamos para alcançar o conhecimento.

1.3.2. O pensamento sistémico

A nova física está assim na origem do pensamento sistémico que surgiu em contraposição ao pensamento reducionista-mecanicista herdado da física clássica e da revolução científica do Século XVII.

O aspecto mais importante do pensamento ou teoria sistémica, é que as partes são compreendidas pelo todo e não o todo entendido através das partes como convencionalmente fazemos. A ênfase nas partes tem sido chamada de mecanicista, reducionista ou atomista; a ênfase no todo, holística, organicista ou ecológica. Por outro lado, deixa de existir uma relação causa efeito entre as coisas, ou seja a causalidade passa a ser circular e não apenas directa e exclusiva entre uma variável e outra.

Assim, descrever o pensamento sistémico é descrever uma forma de raciocínio que é circular e irreductível. As estruturas, os acontecimentos não são lineares e independentes: Não é A, que implica B, nem B que implica C, nem C que implica D. É A que implica B, que implica C, que implica D, que implica A... isto conjugado da forma mais simples e explícita, porque as combinações seriam múltiplas. Consequentemente o pensamento sistémico é um pensamento complexo, holístico, que representa uma totalidade na sua estrutura capaz de tratar a realidade e dialogar com ela. No entanto e nas palavras de Edgar Morin, “*complexidade não significa completude*” (Morin, 1990). O pensamento complexo aspira ao conhecimento multidimensional com ênfase nas relações, mas sabe à partida que o conhecimento total é impossível. É o

reconhecimento da incompletude e da incerteza e de que o conhecimento que temos sobre a realidade pode apenas ser aproximado (Morin, 2008:9). Por outro lado ela não substitui o conhecimento analítico (por partes) mas aparece certamente onde este falha. Com esta forma de conhecimento nós podemos finalmente compreender certas estruturas que nos parecem irregulares, desordenadas e complexas, como a cidade orgânica e onde o pensamento simplificador falha.

O pensamento sistémico surgiu com Bertalanffy a partir duma reflexão sobre a biologia e espalhou-se a partir dos anos 50 pelas mais variadas disciplinas. Nos anos 30, grande parte dos critérios do pensamento sistémico tinham sido formulados por biólogos, psicólogos e ecologistas que tinham em comum a exploração de sistemas vivos – organismos, parte de organismos e comunidades de organismos, em termos de conectividade, relações e contexto. Os sistemas vivos são todos integrados, cujas propriedades não podem ser reduzidas às das suas partes mais pequenas. As suas propriedades essenciais ou sistémicas são propriedades do todo, que nenhuma das partes contém – elas emergem das relações de organização entre as partes e são destruídas quando um sistema é separado em elementos isolados. Esta nova forma de pensar foi então suportada pelas descobertas da física quântica no âmbito dos átomos e das partículas subatómicas.

Juntamente com a biologia, a psicologia debateu o problema da forma orgânica, do organismo como um todo, que não se pode separar. A palavra Alemã para „forma orgânica“ é *Gestalt* (enquanto distinção de forma inanimada) e grande parte da discussão em torno da forma orgânica é hoje reconhecido como um problema Gestalt (Capra, 1997:31).

O conceito *Gestalt* é assim usado no sentido da percepção de um padrão irreduzível. Por detrás deste conceito está subjacente a ideia de que o todo é superior à soma das partes e isto, tornou-se mais tarde, a fórmula chave da teoria dos sistemas (Capra, 1997:31). A psicologia Gestalt viu a existência de todos irreduzíveis enquanto aspecto chave da percepção. Os organismos vivos parecem coisas, não em termos dos elementos isolados, mas enquanto padrões de percepção integrados – ou seja, todos organizados que exibem qualidades que não estão presentes nas suas partes constituintes (Capra, 1997:31).

A ecologia é o exemplo máximo duma ciência sistémica de tal modo que o pensamento sistémico é também denominado por pensamento ecológico. O termo ecologia foi impresso em 1866 pelo biólogo Alemão Ernst Haeckel que a definiu como *“a ciência das relações entre o organismo e o mundo exterior envolvente”* (Capra, 1997:31) ou seja, o conjunto de factores ecológicos que exercem uma influencia directa e significativa na vida dos organismos. *“As duas noções de „ambiente” e de „organismo vivo” são portanto, necessariamente complementares e somente a abstracção pura pode isolar um organismo do seu ambiente. Por este motivo a ecologia, que estuda as reais condições de vida dos organismos, é quase sempre definida como a «ciência das inter-relações entre os organismos e o seu ambiente”* (Brum et al., 1986:11).

A ideia de comparar comunidades biológicas com organismos resulta da ligação inicial entre biologia e ecologia. Estas comunidades eram assim vistas na ecologia como „super-organismos”, termo que foi depois substituído pela noção de ecossistema, definido hoje como *“a comunidade de organismos e o seu ambiente físico interagindo como uma unidade ecológica”* (Capra, 1997:33), conceito que formatou todo o pensamento ecológico subsequente e que promoveu uma abordagem sistémica para a ecologia.

A abordagem ecológica e portanto sistémica é pois a ciência ideal para o estudo dos „super-organismos”, como é o caso da cidade, que como se disse ao abrir este capítulo, é um superorganismo ou seja um organismo de 3ª ordem conforme o descreveu Constantinos Doxiadis.

Uma aplicação desta ideia é por exemplo a famosa Hipótese de Gaia, de James Lovelock, formulada nos anos 70 a partir dos seus estudos sobre a atmosfera terrestre, que vê o Planeta no seu todo como um organismo vivo, um sistema auto-organizado e auto-regulado.

A nova ciência da ecologia contribuiu assim para a emergência do pensamento sistémico através da introdução de dois novos conceitos – comunidade e rede, olhando para as comunidades ecológicas como conjuntos de organismos, ligados por relações mútuas num todo funcional e que se comportam como se fossem organismos individuais.

Assim este método de abordagem sistémico ou ecológico, como alguns lhe chamam, assenta sobre três pressupostos que se apresentam sobre a forma de paradoxo

face ao método analítico desenvolvido pelo pensamento mecanicista-reducionista. São eles, o *pressuposto da simplicidade*, o *pressuposto da estabilidade* e o *pressuposto da objectividade* (Vasconcellos, 2003:101).

O *pressuposto da simplicidade* é a crença de que se pode separar o mundo complexo em partes mais simples susceptíveis de analisar e conhecer com precisão. O todo é portanto igual ao somatório das partes e o conhecimento total é possível. Este pressuposto retira o objecto dos seus contextos prejudicando a compreensão das relações com o todo levando à compartimentação da realidade.

De acordo com a visão sistémica, as propriedades essenciais dos organismos e bem assim dos superorganismos, são propriedades do todo, que nenhuma das partes contém, o que significa que não os podemos compreender através da análise, porque essas propriedades são destruídas quando o sistema é dividido em elementos isolados. Apesar de conseguirmos distinguir várias entidades em qualquer sistema, elas nunca estão isoladas, podem estar sobrepostas ou incluir várias partes do todo ao mesmo tempo. As propriedades das partes não são propriedades intrínsecas mas só podem ser entendidas no contexto de um todo maior. Assim a relação entre as partes e o todo foi revertida. Na visão sistémica, as propriedades das partes só podem ser entendidas a partir da organização do todo.

O pensamento sistémico é o reconhecimento de que os sistemas são todos integrados que não podem ser compreendidos através da análise e isso choca com os métodos científicos de muitas disciplinas cujo método analítico é a única forma científica de alcançar o conhecimento.

Outro paradoxo sobre o qual o pensamento sistémico assenta tem a ver com o tradicional *pressuposto da objectividade*, que é a crença de que é possível conhecer objectivamente o mundo tal como ele é na realidade. No paradigma cartesiano as descrições são objectivas e independentes do observador humano e das suas experiências. Daí advêm a crença no realismo do universo e numa verdade universal: o Mundo e o que nele acontece é real e existe independentemente de quem o observa. No novo paradigma, o sujeito é incluído explicitamente na descrição da realidade e esta é subjectiva, como de resto já acontecia nas artes.

O observador e os instrumentos utilizados não são neutros no processo de investigação: Sem uma percepção, é impossível saber quais são os dados relevantes para

o investigador. Os instrumentos utilizados incorporam na sua estrutura apenas algumas hipóteses sobre a natureza da realidade investigada. Um telescópio interroga o Universo numa forma muito limitada. Os dados da realidade não captados por este instrumento de observação ficam inevitavelmente fora da resposta. Melhor expresso nas palavras de Heisenberg: *“Aquilo que observamos não é a natureza em si própria, mas antes a natureza exposta ao nosso método de interrogação”* (Capra, 1997:40).

Muitos ainda acreditam que é possível separar valores e crenças pessoais das respectivas áreas disciplinares. Fazem-no, porque acreditam que só assim podem chegar à verdade universal exacta e incontestável. No entanto, esta objectividade é uma falácia uma vez que a realidade que apreendemos é apenas uma percepção pessoal e portanto subjectivamente experienciada. *«A objectividade é uma construção mental artificial que pretende criar uma „realidade“ autêntica e fiável; no entanto, ela falha nisso porque a construção lógica aparente é construída inteiramente sobre a subjectividade e a crença. Não existe nenhuma autoridade da „verdade“ inerente para qualquer conceito excepto para o valor subjectivo atribuído a este. Credibilidade é uma decisão subjectiva e puramente experiencial e indefinível. O que é convincente para uma pessoa pode ser indeferido ou sem sentido por outra»* (Hawkins, 2003:324).

A origem deste rigoroso determinismo foi a divisão fundamental entre o Eu e o Mundo introduzida por Descartes, expressa na famosa frase *“eu penso logo existo”* que à partida nos individualiza face a tudo o resto. Consequentemente acreditou-se que o Mundo podia ser descrito objectivamente, sem incluir o observador humano. Uma tal descrição objectiva da Natureza tornou-se o ideal de toda a ciência.

O pensamento sistémico que inclui o observador em todo o processo de observação veio-nos mostrar que, *“A realidade é essencialmente invisível, e o visível, de alguma forma, irrealista de tão excepcional que é”* (Morin, 2009:41). Boa parte do nosso pensamento científico assenta em termos de teorias. Como nos explica David Bohm, *“a palavra teoria deriva do grego theoria, que tem, assim como a palavra teatro a mesma raiz numa palavra que significa observar ou fazer espectáculo. Assim, poder-se-ia dizer que uma teoria, é basicamente, uma forma de insight ou introversão, ou seja, um modo de olhar para o mundo, e não uma forma de conhecimento de como ele é”* (Bohm, 1990:3-4).

De facto, o que acontece quando nos referimos a certos objectos no seu ambiente pode ser até muito arbitrário: A FIG. 1.9 representa um troço da malha urbana de Castro Marim e que o arquitecto modernista Carlos de Almeida, recentemente falecido, designou por “*Um exemplo espantoso de desordem urbanística*” (Almeida, 1978:113). Ora esta visão da realidade é pois bem divergente daquela que sustenta esta investigação. Esta divergência resulta muito naturalmente de experiências diferentes e consequentemente de olhares diferentes sobre a mesma realidade. Onde eu vejo um profundo exemplo de ordem (como esta tese pretende elucidar) o autor da imagem vê desordem. É óbvio que não poderemos afirmar que uma está certa e a outra está errada. Podemos afirmar sim, que a realidade depende do observador.

Portanto, não devemos ter necessidade de mascarar a nossa opinião pessoal como se a verdade fosse anónima, porque com o pensamento sistémico o método de interrogação passou a fazer parte integral das teorias científicas. “*A natureza é vista como uma teia de relações interconectadas na qual a identificação de padrões específicos como objectos depende do observador humano e do processo de conhecimento*” (Capra, 1997:40).



FIG. 1.9 – O Urbanismo orgânico na perspectiva do Arquitecto modernista (Almeida, 1978: 113)

Finalmente o último paradoxo sobre o qual o pensamento sistémico assenta é o *pressuposto da estabilidade*, que é a crença de que o mundo é estável, ou seja, em que o „mundo já é“ e não em „processo de ser“, recorrendo apenas a sistemas em estado de equilíbrio como objectos de estudo. A previsibilidade, o modelo, tornam-se então muito importantes e tudo o que não é previsto com segurança é associado a um conhecimento imperfeito. Este facto, associado ao estudo individual das partes leva ainda a uma maior redução do conhecimento.

Na ciência cartesiana existe uma estrutura que é fundamental, enquanto no pensamento sistémico até a estrutura é vista como consequência do processo. Por exemplo a ideia de ciclo ou de fluxo dentro dum ecossistema representa um exemplo dessa estrutura. Estrutura não é estática mas sim dinâmica que está em processo. O próprio conceito de homeostásis, definido por Walter Cannon – “*um mecanismo auto-regulador que permite aos organismos manterem-se num balanço dinâmico, com as suas variáveis a flutuarem dentro de certos limites*” (Capra,1997:43), foi formulado com base neste pressuposto. Esta questão tem sido central no debate sobre a capacidade de resiliência do nosso Planeta e consequentemente o planeamento urbano e territorial.

Assim o pensamento sistémico, para além de ser contextual como vimos no pressuposto da objectividade ele é também processual. A ideia de processo está associada a uma realidade em movimento que pode ou não estar em equilíbrio

Resumindo, a ciência tradicional cartesiana procura simplificar o Universo (pressuposto da simplicidade) para conhecê-lo ou saber como funciona (pressuposto da estabilidade), tal como ele é na realidade (pressuposto da objectividade).

Embora as abordagens sistémicas desenvolvidas na primeira metade do século XX não tenham chegado a formular uma teoria geral dos sistemas consistente, elas criaram uma certa forma de pensar, uma nova linguagem, novos conceitos e um clima intelectual que tem levado a grandes avanços científicos nos últimos anos. “*Em vez duma teoria formal dos sistemas, a década de 1980 viu o desenvolvimento duma série de modelos sistémicos que descrevem vários aspectos do fenómeno da vida. Destes modelos os contornos duma teoria coerente dos sistemas vivos, juntamente com uma linguagem matemática apropriada, estão finalmente a emergir*” (Capra, 1997:79).

1.3.3. Teoria do caos e complexidade

Como consequência do desenvolvimento do pensamento sistémico está a emergir uma forma de conhecimento designada por Ciências da Complexidade e Teoria do Caos que produz uma síntese e uma simbiose entre a visão analítica e a sistémica. Aquele que junta o natural e o artificial, arte e a tecnologia, o espaço com a matéria. Baseia-se no conhecimento das leis naturais (Geometrias da natureza) e tem como representantes cientistas, pesquisadores, filósofos e intelectuais de vários campos. Por definição, este novo paradigma inclui a interdisciplinaridade. A racionalidade científica, já não oferece os parâmetros suficientes para o desenvolvimento do conhecimento humano, devendo por isso ser desenvolvida conjuntamente com a subjectividade das artes e até das diversas tradições espirituais.

Este movimento científico tem tido uma série de consequências não só tecnológicas, mas também filosóficas, o que nos traz possibilidades incríveis em termos de novas compreensões e novos entendimentos. Trata-se de uma visão interdisciplinar acerca dos sistemas complexos adaptativos, da sua emergência e das suas faculdades de auto-organização como é o caso da cidade orgânica. Na sua essência esta teoria diz-nos que a ordem emerge do caos, pelo que na realidade deveria ser entendida e conhecida pela teoria da ordem.

Antes do advento do caos, a „ordem“ era a palavra-chave. A palavra „desordem“ era, pelo contrário, uma palavra tabu, ignorada, banida da linguagem da ciência. A natureza devia comportar-se de uma forma regular. Tudo aquilo que era susceptível de mostrar irregularidade ou desordem era considerado uma monstruosidade. A ciência do caos e do estudo dos fenómenos não lineares como disciplina científica veio, de certa forma, transfigurar todo este panorama. Ela introduziu irregularidade na regularidade, desordem na ordem e vice-versa.

Descobriu-se com Poincaré, precursor da ciência do caos (1854-1912), a outra face das leis mecânicas de Newton. Se a face descoberta destas leis é a face da harmonia, a sua face escondida é a da desordem. Poincaré percebeu que a regularidade e o caos estavam intimamente relacionados e que o imprevisível, nunca estava muito longe do previsível.

A teoria do caos é portanto um ramo da teoria dos sistemas que só começou verdadeiramente a desenvolver-se a partir da década de 70, graças ao auxílio do

computador. Inspirado nos seus estudos sobre meteorologia, Edward Lorenz observou que pequenas alterações, principalmente nas condições iniciais, geraram grandes e profundas alterações nas suas previsões. E foi por esta razão, que o caos foi frequentemente explicitado por aquilo a que se chama o “efeito de borboleta”: um batimento de asas de uma borboleta na floresta amazónica pode fazer chover em Paris (Thuan, 1999:89).

Já Poincaré nos dizia na sua obra *Science et Méthode*, publicada em 1908: “*Uma causa muito pequena que nos escapa, determina um efeito considerável que não conseguimos ver, e então dizemos que esse efeito é devido ao acaso. Se conhecêssemos exactamente as leis da Natureza e a situação do universo no instante inicial, poderíamos prever com exactidão a situação desse mesmo universo num instante posterior. Mas, mesmo que as leis naturais já não tivessem segredos para nós, só aproximativamente poderíamos conhecer a situação inicial. Se isso nos permitir prever a situação posterior com o mesmo grau de aproximação, e se isso nos basta, dizemos que o fenómeno foi previsto, que é regido pelas leis; mas isso nem sempre acontece; pequenas diferenças nas condições iniciais, podem gerar diferenças muito grandes nos fenómenos finais; um pequeno erro nas primeiras produziria um erro enorme nos segundos. A previsão torna-se impossível*” (Thuan, 1999:86).

Mas o caos não significa desordem total. “*O caos é determinista e a desordem refreada*” (Thuan, 1999:122). Nas experiências de Poincaré, era possível encontrar ilhotas de turbulência no meio de zonas regulares, da mesma maneira que poderiam surgir recantos de ordem no meio das regiões mais caóticas. Ao contrário de figuras informes ou indistintas, os desenhos traçados por sistemas caóticos, são extremamente estéticos e harmoniosos, aos quais os físicos deram o nome de “*atractores estranhos*”.

O caos está pois presente a todos os níveis e é uma ciência global, que destrói os compartimentos existentes entre as diversas disciplinas. Ela reúne investigadores com diversos horizontes e opõe-se à tendência para a especialização exagerada que caracteriza determinados domínios de investigação contemporânea.

A emergência do Caos e o estudo dos fenómenos não-lineares como disciplina científica veio, de certa forma, transfigurar todo este panorama. Aonde poderá tudo isto conduzir? Um ponto parece claro: está a surgir um novo tipo de interdisciplinaridade, até há pouco tempo insuspeitado.

Com a ciência do caos, todos os objectos da vida quotidiana tornam-se legítimos objectos de estudo. O território e as estruturas urbanas, muito especialmente as consideradas irregulares, são um campo vasto para a aplicação deste estudo.

Ao consultarmos o dicionário, veremos que a palavra “caos” significa, “desordem, confusão geral, balbúrdia”. Na verdade, o caos não significa “ausência de ordem”. Está ligado, antes, à noção de complexidade, da imprevisibilidade e da impossibilidade de prever a longo prazo.

Enfim, o que a teoria do caos nos vem dizer, é que existe uma ordem no Universo, implícita, milagrosa, maravilhosa e muito sofisticada. A descoberta dessa ordem universal e das leis da Natureza é a fundação na qual a ciência se baseia actualmente para avançar. Esta ideia está pois a chegar a várias disciplinas e tem sido designada por *Wholeness* (totalidade, inteireza), por exemplo na física por David Bohm ou na arquitectura por Christopher Alexander. Comparada com esta ordem, a ordem imposta pela racionalidade humana é apenas uma versão muito simplificada e redutora desta. A ordem na Natureza resulta duma grande complexidade que não é perceptível para nós no primeiro olhar como é a ordem racional, no entanto começa-se a verificar que as regras que lhe dão origem são leis muito simples e cognoscíveis.

1.3.4. A geometria da vida: auto-organização, emergência e fractalidade

Nos últimos anos uma nova linguagem de entendimento do complexo, dos sistemas integrados de vida como os designados superorganismos, emergiu. Sabemos hoje que não existe matéria viva diferente da matéria físico-química. “*O que diferencia a vida da não vida é a organização*” (Morin e Cassé, 2007:65). Auto-organização, emergência e fractalidade são pois algumas das características básicas dessa organização que aqui se apresentam.

O termo *auto-organização* surgiu e já era usado desde os anos 1950, por matemáticos, engenheiros, cibernéticos e neurologistas. No entanto ressurgiu nos anos 1980-1990 no Instituto de Santa Fé como uma ideia nova, quando afinal já existia há cerca de meio século. O conceito de auto-organização é portanto um conceito poderoso que foi retomado nos últimos anos paralelamente à descoberta das novas matemáticas da complexidade. Subjacente a ele está a noção de *emergência* de certos padrões que resultam da interdependência das partes que podem retroagir sobre elas e que por isso o

sistema não será definido pela mera soma das suas partes, mas também pelas propriedades que emergem desse seu funcionamento.

O estudo do padrão é pois crucial para o entendimento dos sistemas vivos, porque o entendimento da vida começa com o entendimento do conceito de padrão, que é uma configuração de relações de um sistema particular. As propriedades sistêmicas são assim propriedades do padrão. O que é destruído quando um organismo morre é o seu padrão. As componentes ainda lá estão, mas a configuração de relações entre elas – o padrão – é destruído.

Assim para entendermos um padrão devemos pois mapear a configuração das relações entre as partes. A FIG. 1.10 ilustra bem esta ideia, que pode ser vista como uma mudança de ênfase nos objectos para uma ênfase nas relações. Trata-se em certo sentido dum reverso figura fundo em que a forma dos objectos fica condicionada por essas relações. É claro que numa visão com ênfase nos objectos se considerava que estes interagiam uns com os outros e que até existem relações entre eles, no entanto essas relações eram secundárias.

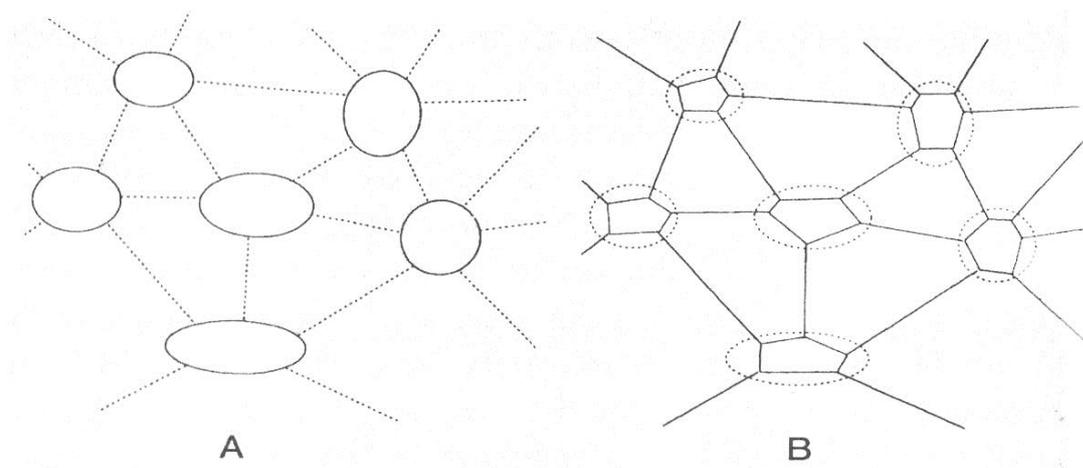


FIG. 1.10 – *Objectos vs relações* (in Capra, 1997:28)

Vimos pois como a teoria quântica aboliu a noção de substância. Até então, o estudo do padrão era eclipsado pela busca do bloco básico de construção da matéria. Só muito recentemente o padrão foi reconhecido como essencial para o entendimento da vida: *“Ao mesmo tempo que todos os seres vivos são em última análise compostos de átomos e moléculas eles não são só átomos e moléculas. Porque têm vida, eles são algo*

mais. Existe qualquer coisa mais, alguma coisa não material e irreduzível – um padrão de organização” (Capra, 1997:81).

A chave para o entendimento da vida está pois no entendimento dos padrões de relações que não podem ser medidos nem quantificados como acontece com as substâncias, mas podem ser mapeados nas suas configurações de relações, por outras palavras, enquanto a substância envolve quantidades o padrão envolve qualidades (Capra, 1997:81).

Sendo o entendimento da noção de padrão tão importante para o entendimento do que é a vida, podemos perguntar o seguinte: Existe algum padrão de organização comum a todos os organismos vivos?

Parece que sim e a sua configuração é uma rede. Onde quer que encontremos um sistema vivo – organismos, partes de organismos ou comunidades de organismos ou superorganismos – nós podemos observar que as suas componentes estão organizadas em redes (FIG. 1.11). Onde quer que olhemos para a vida olhamos para redes e em última instância entender o que é a vida será entender ligações. Este aspecto aliás, tem sido a chave dos recentes avanços científicos, não só no entendimento dos ecossistemas mas na natureza da vida (Capra, 1997:82).

Autopoiesis, termo inventado por Humberto Maturana e Francisco Varela é pois o nome que se dá ao padrão comum de organização dos sistemas vivos. “*É uma rede de produção dum processo no qual a função de cada componente é participar na formação da transformação de outros componentes na rede. Deste modo a rede inteira produz-se continuamente, faz-se a ela própria. É produzida pelos seus componentes e na volta produz esses componentes*” (Capra, 1997:98). Deste modo, no sistema vivo, o produto da sua operação é a sua própria organização.

Acontece que, a configuração desses padrões em rede têm uma característica muito especial; eles são redes, dentro de redes, dentro de redes..., com configurações semelhantes e infinitas desde a escala planetária ao nível subatómico. Esta é também uma propriedade das geometrias da vida e que tem vindo a ser designada por *fractalidade*.

A geometria fractal encontra-se na ordem orgânica presente em numerosas estruturas da Natureza e é uma componente fundamental da auto-organização. Foi explorada durante os anos 1960 e 1970, pelo matemático francês Benoît Mandelbrot e

veio a constituir-se um poderoso instrumento para o estudo dos fenómenos irregulares e caóticos. Mandelbrot começou por estudar a geometria duma larga variedade de fenómenos naturais irregulares chegando à conclusão que essas formas geométricas tinham características comuns impressionantes. Ele cunhou o termo «fractal» para caracterizar a sua invenção e publicou os seus resultados num espantoso livro, a que chamou, *The Fractal Geometry of Nature*, que influenciou tremendamente toda uma nova geração de matemáticos que estavam a trabalhar na teoria do caos e outros ramos da teoria dos sistemas.

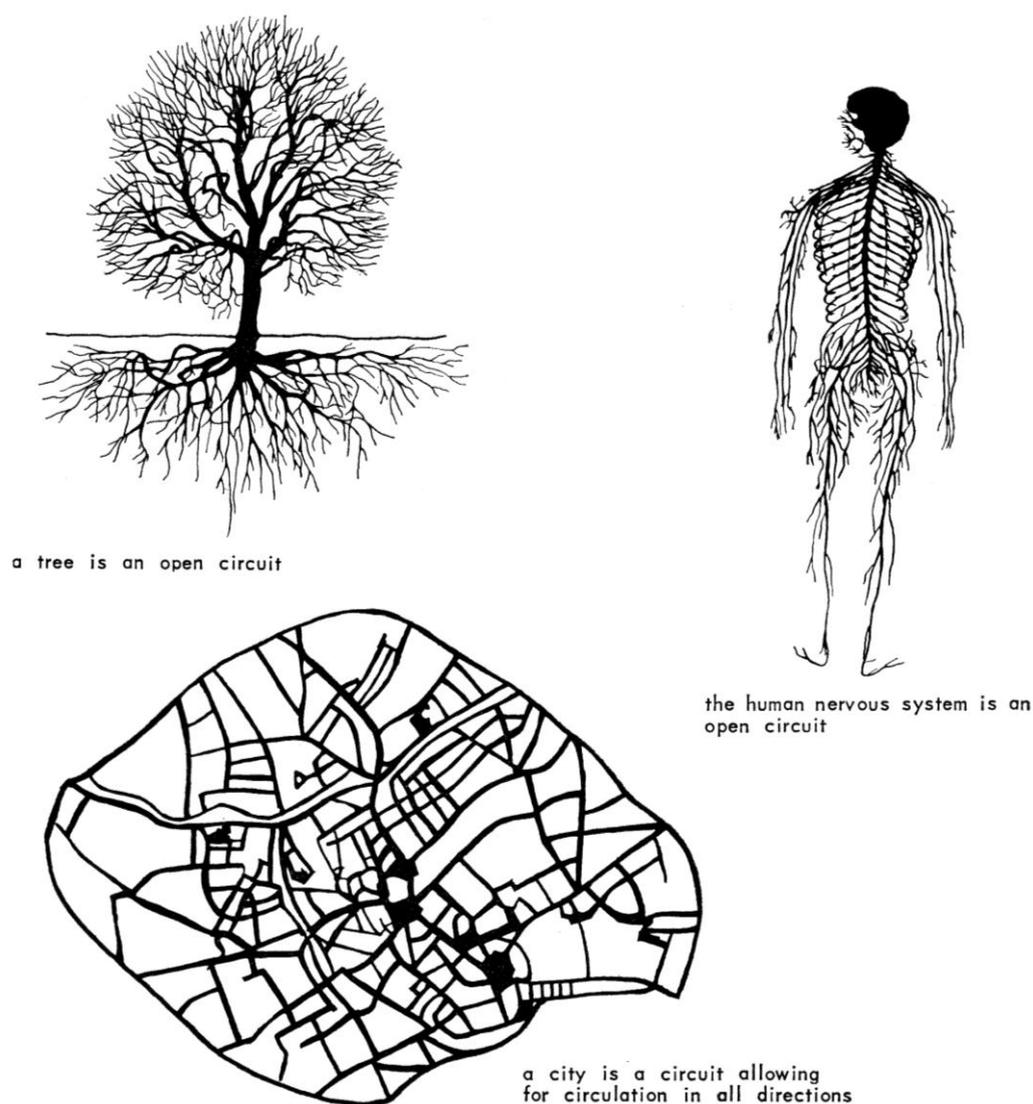


FIG. 1.11 – *Redes* (in Doxiadis, 1968:114)

A geometria fractal lida com aspectos da Natureza com que todos estamos familiarizados, mas dos quais nem sempre temos consciência. Algumas características da natureza são geométricas no sentido convencional. O tronco de uma árvore é mais ou menos um cilindro, a lua cheia é mais ou menos circular, os planetas definem orbitas elípticas em torno do Sol. Mas isto são apenas exceções, porque, *“as nuvens não são esferas, as montanhas não são cones, as costas marítimas não são círculos e os relâmpagos não são linhas rectas (...) A natureza não mostra simplesmente um grau muito elevado, mas também um nível completamente diferente de complexidade (...) A existência dessas estruturas obriga-nos a estudar essas formas que Euclides considerou como não tendo forma, ou seja, a investigar a morfologia do amorfo”* (Frankauser, 1994:40). Assim Mandelbrot criou a geometria fractal. Uma linguagem que permite descrever e analisar a complexidade das formas irregulares no mundo à nossa volta.

A característica mais espectacular destas formas fractais, é que estas são estruturas cujos componentes têm semelhança com a totalidade da estrutura. Estes componentes, por sua vez, são formados por subcomponentes também semelhantes ao todo.

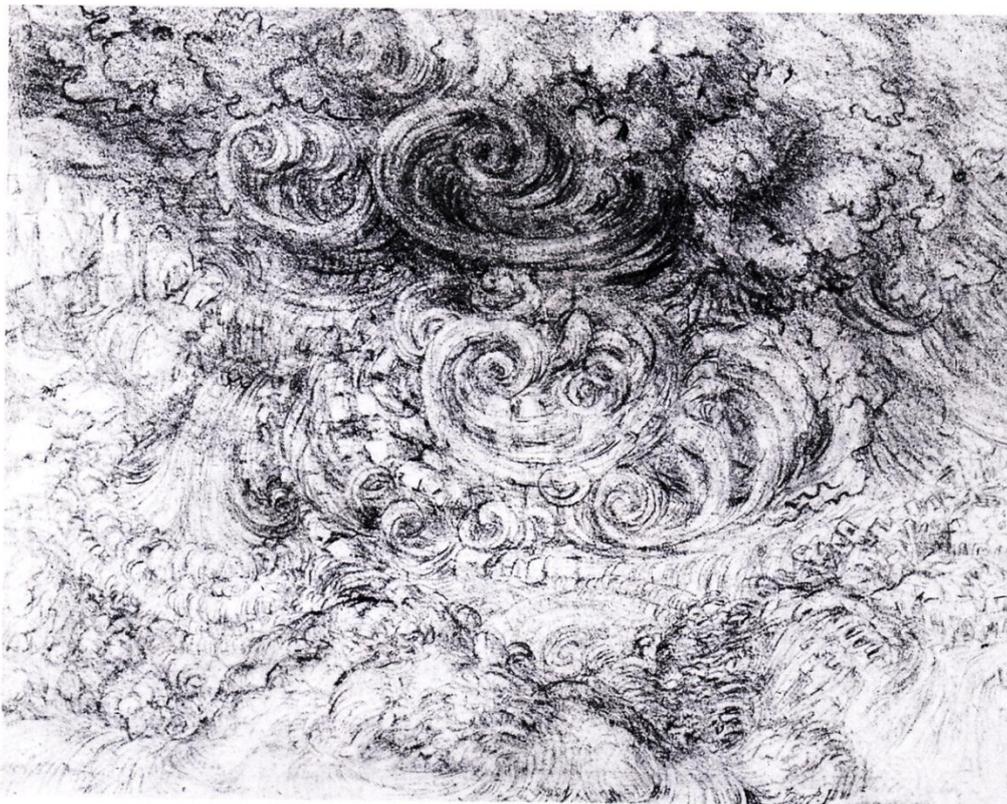


FIG. 1.12 – *“O Dilúvio” de Leonardo Da Vinci* (in Mandelbrot, 1983:279)

Mandelbrot ilustrou esta propriedade de „auto-similaridade“ a partir da famosa imagem da couve-flor partida em pedaços e sub-pedaços e sub-sub-pedaços e assim sucessivamente. Concluiu-o então que a forma do todo é similar a si própria a todos os níveis de escala de observação e ainda que, o grau de irregularidade apresentado se repete a todas as escalas. O objecto fractal apresenta as mesmas características quando é visto de longe ou de perto. Quando nos aproximamos dele, os mais ínfimos pormenores tornam-se precisos, mas o objecto apresenta tantas irregularidades, como quando é visto por inteiro de longe. Os objectos fractais têm aquilo a que se chama uma “invariância de escala”; apresentam os mesmos traços, qualquer que seja o ponto de vista. Um motivo menor repete-se no interior de um motivo maior, como se fossem uma série de bonecas russas metidas umas dentro das outras.

Deparamos com muitos objectos deste tipo na nossa vida quotidiana. Alguns deles despertam mesmo em nós um sentimento de grande beleza como a pintura de Leonardo Da Vinci que vemos na FIG. 1.12. Ao contrário de figuras informes ou indistintas, eles são extremamente estéticos e encantam o olhar: O relevo das montanhas, as bacias dos rios, os raios dos relâmpagos, as ondas, as nuvens, as árvores, as veias que transportam o sangue, etc., são exemplos que repetem o mesmo padrão, independentemente da escala de observação. Esta similaridade de imagens a diferentes escalas já se conhecia há muito tempo, mas foi Mandelbrot quem formalizou matematicamente essa linguagem.

A geometria fractal foi desenvolvida independentemente da teoria do caos, mas a sua relação não tardou muito a ser descoberta. Verificou-se assim que esta característica de auto-similaridade estava presente nos fenómenos ditos caóticos, desordenados ou irregulares, o que permitia assim a sua compreensão e eventualmente a sua previsão. Outro aspecto que liga a teoria do caos à geometria fractal é a mudança do enfoque sobre a quantidade para a qualidade. Mesmo sendo impossível prever os valores das variáveis dum sistema caótico em determinado momento é possível prever os aspectos qualitativos (ou padrões) do sistema. Da mesma forma é impossível calcular o comprimento da área de uma forma fractal, no entanto é possível medir o seu grau de irregularidade dum modo qualitativo (Capra, 1997:139).

Suponhamos então que queríamos medir um objecto deste tipo. É habitual em bibliografia específica fazer essa demonstração através da linha de costa de um país.

Tomemos então como exemplo a linha definida pela costa do nosso País e suponhamos que a estamos a observar da janela de um avião a alguns quilómetros acima do solo. Adivinhamos a sua forma irregular geral, mas não vemos os pormenores, como as praias ou as baías. Mas se seguirmos de carro pela estrada que ladeia a costa já podemos ver essa praias e baías; mas os pormenores diminutos, como os pequenos ziguezagues, os recortes mínimos na costa, continuam a escapar-nos. No entanto, poderemos observá-los se passearmos a pé. Mas não adivinhamos os pormenores muito diminutos, como os grãos de areia. Mas se fossemos uma formiga que percorresse a costa milímetro a milímetro descobriríamos os mais ínfimos acidentes de terreno e o menor grão de areia. *“As irregularidades manifestam-se assim a todas as escalas, e os motivos repetem-se de uma escala para a outra. As baías, enseadas e praias, revelam sub-baías, sub-enseadas e sub-praias, que revelam por sua vez, subsub-baías, subsub-enseadas e subsub-praias...Esta repetição prossegue até à escala dos átomos, à escala de um centésimo de milésimo de centímetro”* (Thuan, 1999:128).

Esta divisão sem fim levanta uma questão: como pode um espaço finito conter o infinito? Isso é possível porque estas figuras, como tantas outras produzidas pela Natureza, têm uma dimensão fractal.

Qual é então o comprimento da costa do nosso país? É possível até encontrar o seu comprimento nalgum livro, mas a verdade é que não faz sentido falar do seu comprimento. O comprimento medido dependerá da escala do mapa que utilizarmos. Num mapa com mais pormenor encontramos mais sinuosidades ao longo da costa e o valor do comprimento será maior. A formiga que tiver tido em conta o mais pequeno grão de areia, medirá um comprimento mais longo, do que o conta-quilómetros do carro que segue a estrada que ladeia a costa. A resposta depende pois da relação entre o objecto medido (neste caso a costa portuguesa) e o observador. Ela é maior ou menor conforme este último examine o objecto de perto ou de longe.

É por isso também que o valor do comprimento da fronteira de Portugal-Espanha é apresentado com valores muito diferentes nos livros portugueses e espanhóis. No nosso caso é maior, porque os países mais pequenos medem geralmente as suas fronteiras com mais detalhe.

As curvas deste tipo, em que descobrimos sempre mais uma série de reentrâncias dentro de cada reentrância que “ao longe” parecia não as ter, chamam-se fractais.

Quando as medirmos com uma régua, chegamos a um determinado valor para o seu comprimento. Mas se usarmos uma régua 2 vezes menor, o valor que determinamos não será o dobro! Daí se dizer que a sua dimensão não é igual a um, mas sim um vírgula tal. Se a curva for muito rugosa terá uma dimensão maior, ou seja, mais perto de 2. Assim, a dimensão da costa portuguesa tem de ser maior do que 1, porque não segue uma curva regular, mas por outro lado tem de ser inferior a 2, porque não se estende por forma a ocupar uma superfície inteira. O valor desta dimensão andará pois entre 1 e 2, estando mais próxima de 2 quando a costa for mais acidentada e descrever um maior número de ziguezagues, ocupando assim mais superfície. Quanto mais irregular for a forma, maior será a sua dimensão fractal.

Os fractais são portanto os instrumentos que permitem medir o grau de irregularidade e a rugosidade de um objecto mesmo não sendo possível descrever o seu comprimento.

Somos levados no entanto a pensar, por uma questão de bom senso, que as medições cada vez mais pormenorizadas da costa portuguesa deverão acabar por convergir num valor final correspondente ao verdadeiro comprimento. E isso seria verdade, se a linha de costa portuguesa fosse descrita por uma figura geométrica euclidiana, por exemplo o círculo: Para medir o comprimento de um círculo, o método da soma de segmentos cada vez mais curtos converge para o verdadeiro perímetro do círculo. Este último começará por ser representado de forma aproximativa por um triângulo inscrito no círculo, depois por um quadrado, por um pentágono, por um hexágono, etc. O perímetro destas figuras geométricas aproximar-se-á cada vez mais do círculo. Já não é isso que acontece no caso do comprimento de uma figura como a costa portuguesa. Benoît Mandelbrot descobriu que, quanto menor for a escala de medida, mais cresce o comprimento medido da costa, até se tornar infinito, o que contraria o nosso bom senso.

Já tínhamos visto as limitações da geometria Euclidiana para efectuar medições numa superfície curva. Vimos agora também como esta perde também a validade quando se trata de descrever um objecto tão irregular como a costa portuguesa, ou, de um modo geral, tudo aquilo que é torcido, descontínuo ou rugoso. Ela também não consegue explicar o não liso, o enrugado, ou o não arredondado. No entanto, é a irregularidade que caracteriza a maior parte dos elementos da natureza. As formas puras

da geometria Euclidiana (esfera, círculo, cone, triângulo, rectângulo, etc.) representam uma poderosa abstracção da realidade e desempenharam um papel muito importante no desenvolvimento do conhecimento por mais de dois milénios, mas agora atingiram os seus limites. Para descrever a complexidade do Mundo, era necessário inventar uma nova linguagem, a linguagem do irregular. Foi assim que Mandelbrot considerou outra noção para considerar o irregular, a noção de “dimensão fraccionária”.

Após a introdução do conceito dos fractais, na década de 1970, o método tem sido aplicado com grande sucesso em muitos domínios, em particular na descrição de certos efeitos físicos e biológicos. Mais recentemente este conceito é igualmente aplicado à análise de estruturas urbanas de que é exemplo a obra de Michael Batty, *Fractal Cities, a Geometry of Form and Function* (Batty et al., 1994). A utilização deste método permite-nos compreender certos processos caóticos de formação da cidade, nomeadamente as estruturas urbanas orgânicas. Estamos assim perante a utilização duma nova geometria onde certas medidas que podem ser úteis em determinado domínio, como na física, na matemática ou na biologia, são igualmente válidas para a descrição dos tecidos urbanos.

1.4. CIDADES ORGÂNICAS E CIDADES PLANEADAS: CLASSIFICAÇÃO E ORDEM

As cidades são tão numerosas e tão diferentes umas das outras que necessitamos de classifica-las, ou seja ordena-las em grupos ou tipos para que as possamos compreender melhor. Mas a forma como as classificamos depende inevitavelmente do ponto de vista. As disciplinas de história, geografia ou economia classificaram as cidades duma forma muito diferente. Estas têm sido classificadas em termos de tamanho, localização, relação com o espaço, função, etc. Em arquitectura interessará porventura mais o estudo da forma física, que é a perspectiva deste trabalho. No entanto, a forma física, não é uma variável isolada. É preciso não esquecer que a forma é apenas a expressão de outros aspectos tais como o conteúdo, a função e a estrutura, qualquer um deles mais importante do que a forma por si só.

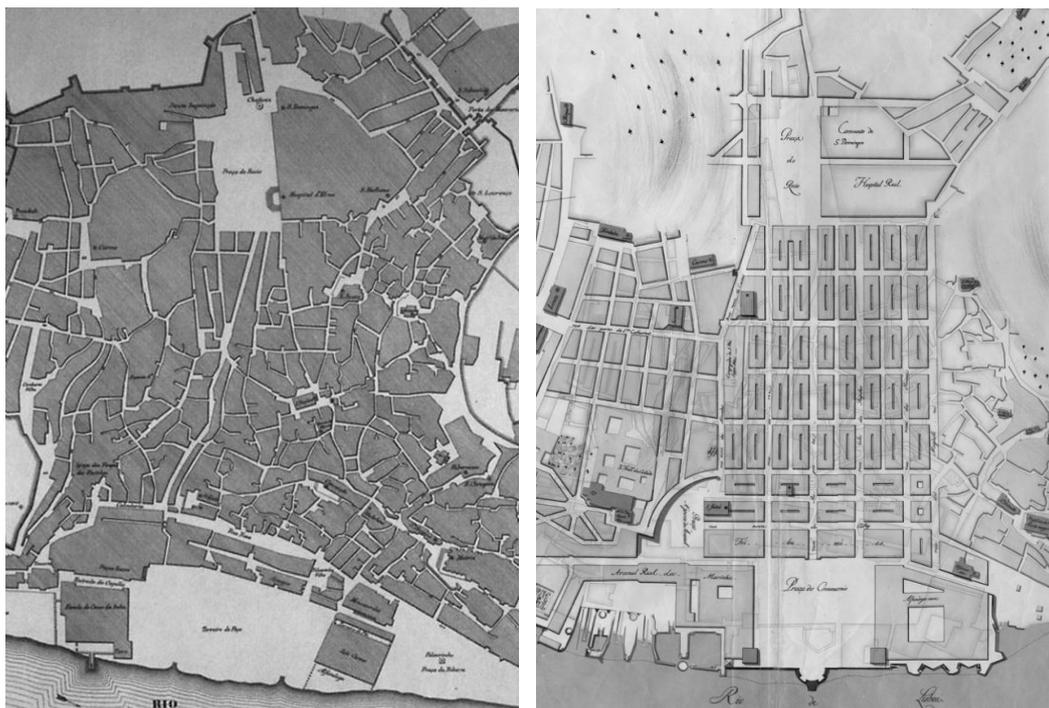


FIG. 1.13 – a) *Planta da baixa de Lisboa (1650)* - João Nunes Tinoco; b) *Planta da Baixa Pombalina* – Plano de Eugénio dos Santos (in França, 1987:26,105)

Uma cidade é um sistema de alta complexidade e que, portanto, não pode ser compreendido apenas através duma abordagem analítica, quero dizer, fragmentária e através de vários pontos de vista em separado. Isto explica a dicotomia que sempre tem existido para descrever dois tipos distintos de cidades. Estas têm sido classificadas em cidades ditas «naturais, espontâneas, irregulares, orgânicas ou irracionais» versus as cidades ditas «artificiais, planeadas, regulares, geométricas ou racionais». No entanto esta oposição não é assim tão linear. As cidades, tal como os continentes, são simplesmente «enormes factos da natureza» (Lynch, 1999:7). Se são factos da natureza não são também naturais?

Natural, artificial. Existe diferença? *“Todos os homens são, de uma forma inata, artesãos que têm como destino criar...um local adequado e permanente, um mundo saudável e belo”* (Lynch, 1999:). Assim, a cidade artificial não será também ela natural, uma vez que está na natureza do homem produzir o artifício? E a cidade natural, não é ela também artificial, um artifício produzido pelo ser humano?

Toda a cidade é simultaneamente espontânea e planeada. Existem sempre alguns elementos de planeamento em todas as cidades, mas por outro lado, nenhuma seguiu totalmente o seu plano original em todos os detalhes: *“É uma questão de grau de consciência: que necessidades foram previstas, quais os elementos que foram*

planeados antecipadamente; e quais os elementos que foram adaptados a necessidades imprevistas por um lento processo de tentativa e erro” (Blumenfeld, 1967:19-20).

No entanto, esta dicotomia terá mais a ver com os casos extremos do que com a realidade. As cidades ideais da renascença ou as inúmeras aldeias típicas espalhadas por todo o mundo representam estes extremos. A teoria tende a enfatizar um destes dois pólos, exactamente porque as teorias são pontos de vista. A baixa de Lisboa Medieval ou a Baixa Pombalina representam bem estes dois extremos de cidade (FIG. 1.13). Enquanto no primeiro caso, a cidade cresceu como produto da vida quotidiana e a malha urbana relembra os vasos sanguíneos a alimentar um pedaço de tecido orgânico, no segundo caso, a malha urbana foi desenhada e construída em cada detalhe, da mesma forma que os edifícios individuais são planeados e construídos.

1.4.1. Consciência espontânea e consciência crítica

Subjacente a estes dois tipos de cidade, devemos também poder distinguir a diferença entre a nossa própria cultura que tem um elevado grau de consciência arquitectónica, de culturas, cujo grau desta consciência é muito reduzido ou inexistente: *“Na cultura cujo grau de consciência arquitectónica é muito reduzido ou inexistente há pouca reflexão sobre a arquitectura ou design como tal. Existe uma forma correcta e uma forma errada de construir edifícios. Mas ao mesmo tempo, que podem haver soluções genéricas para falhas específicas, não existem princípios gerais comparáveis aos tratados de Alberti ou Le Corbusier. Uma vez que a divisão do trabalho é muito limitada, a especialização de qualquer espécie é rara, não há arquitectos, e cada um constrói sua própria casa”* (Alexander, 1964:33-34).

Assim, podemos dizer que as cidades orgânicas são aquelas produzidas por uma cultura cuja consciência arquitectónica é reduzida ou inexistente, enquanto as cidades racionais são produzidas por uma cultura arquitectonicamente mais consciente. Por que razão, então, as cidades orgânicas aparecem tão bem adaptadas aos contextos naturais e às várias funções que tem sido destinadas ao longo dos tempos. Parece que, e tal como apontado por Christopher Alexander, o processo de construção espontânea conduz a uma estrutura homeostática e auto-organizada, tal como muitas outras estruturas na Natureza, que sempre produzem formas bem ajustadas a cada contexto (1964:37-38).

1.4.2. Cidades orgânicas: Auto-eco-organização e leis da Natureza

Sabemos que as cidades ditas naturais, tal como os organismos vivos, desenvolvem relações de interdependência muito fortes com o contexto natural. Dessa independência de relações emerge uma estrutura auto-organizada e homeostática com qualidades que muitas vezes a cidade planeada não tem. Estas respostas ao contexto natural não resultam dum raciocínio científico deliberado. Elas nasceram de inúmeros experiências de gerações de construtores, que continuaram a usar o que funcionava e a rejeitar o que não funcionava, produzindo um fenómeno de *retroacção* (feedback loop)¹ que significa ciclo, onde o efeito é inseparável da causa: As acções, formas, retroagem sobre as formas, emergindo daí novas estruturas de organização, da mesma forma que os edifícios de uma cidade são os produtos e os produtores de morfologia urbana. A coerência e a consolidação que detectamos nas cidades tradicionais vêm pois dum processo de *retroacção* (que habitualmente designamos por tentativa e erro), que é um mecanismo comum aos seres vivos e que permite anular os desvios que incessantemente tendem a formar-se num sistema e o conduzem a um estado de equilíbrio dinâmico e de ordem. Quando o sistema de regulação já não consegue anular os desvios, estes tendem então a ampliar-se e a precipitar-se para a desordem, para o desequilíbrio e para a desintegração. No entanto, todos os grandes processos de transformação começam por desvios (Morin et al., 2009:46). O próprio crescimento das cidades é um processo de crescimento desviante, com as suas periferias em expansão, a desordem e o caos. Mas será que este processo de transformação é apenas um caminho para uma nova ordem, uma nova forma? E onde é que está o cérebro que conduz essa nova ordem, no próprio ambiente?

Para além das questões da gravidade e da curvatura do espaço que condicionam qualquer forma, nas cidades orgânicas os elementos da Natureza apresentam-se com tal força que a estrutura urbana apresenta-se quase que exclusivamente conduzida por eles. É o caso das cidades localizadas em topografias acentuadas, como as cidades de promontório ou de encosta, cujas condicionantes impostas à circulação determinaram desde muito cedo a sua matriz de formação. Também os climas mais hostis determinam

¹ Conceito que teve origem na cibernética: Mecanismo que permite que o efeito se subtraia parcialmente às variações das causas que o determinam (Laborit, 1971:15)

fortes condicionantes à arquitectura, cuja resposta ambiental traduz padrões urbanos particulares de cada contexto climático, como veremos no Capítulo 2.

Todo o mediterrâneo é muito rico neste tipo de cidade, e uma boa razão para isso acontecer são as próprias condicionantes naturais desta região. Berço das primeiras civilizações, topografias muito acentuadas, solos pobres e linhas de costa bastante recortadas, juntamente com condições climáticas muito contrastados ao longo do ano, criaram situações a que o homem teve de se adaptar estabelecendo assim uma forte relação com o ambiente natural.

Como resposta aos contextos naturais, estas cidades assumem formas arquitectónicas características, tal como as plantas ou os animais, no deserto, nas zonas húmidas ou nas zonas frias, bem como em zonas declivosas de montanha, planícies ou áreas lacustres, que se tornaram com o tempo símbolos de certas culturas e que alguns investigadores insistem em separar do seu contexto físico.

Assim o urbanismo orgânico não é só um produto de auto-organização mas sim uma forma de auto-eco-organização, de acordo com a ideia de que a forma de organização depende das relações que o organismo estabelece com o ecossistema (Morin et al., 2009:45).

Por outro lado e porque essas formas de organização estão expostas às leis da Natureza, e aos constrangimentos gerais impostos pelo espaço, como é o caso da gravidade, elas apresentam padrões semelhantes às restantes estruturas da Natureza, sobretudo no reino vegetal, que tem claramente uma preferência por certos padrões como as espirais, os meandros, as ramificações ou as estruturas hexagonais conforme se apresentam no Capítulo 3. Estes padrões que abundam na Natureza apresentam também certas propriedades geométricas características das estruturas espaciais com vida, passíveis de serem identificadas e que se sistematizam no Capítulo 4. Uma das características essenciais das formas da Natureza e que está presente nas cidades orgânicas, é pois, a sua geometria fractal, ou seja a auto-similaridade das estruturas a diferentes escalas o que nos possibilitará no futuro adoptar sistemas de planeamento completamente diferentes dos actuais, permitindo assim fazer a previsão do próprio crescimento não planeado.

Vimos como o padrão é um conceito essencial e emergente nos sistemas de auto-organização. O urbanismo orgânico torna-se assim um caso particular de aplicação deste

conceito, uma vez que no urbanismo a ênfase não é tanto nos objectos (a arquitectura) mas nas relações ou seja no espaço que se estabelece entre eles.

Do ponto de vista sistémico, o entendimento da vida começa com o entendimento do conceito de padrão. De igual modo e enquanto estrutura espacial com vida, o urbanismo orgânico depende desse conceito – uma certa forma de organização, uma configuração de relações características incluindo as que mantém com o ambiente físico natural.

A aplicação deste conceito ao urbanismo e à arquitectura tem sido divulgado por Christopher Alexander, através do seu livro *A Pattern Language* (1977), uma obra de grande relevância científica e de grande actualidade. Ao contrário da aplicação de modelos que podem estar mais ligados a estilos ou épocas, o autor propõe um conjunto de padrões identificados a várias escalas, do edifício ao território, que resultam dum processo de auto-organização intemporal e que nunca se repetem exactamente da mesma forma.

Segundo o autor, cada *padrão* é uma regra composta por três partes que expressa a relação entre um certo contexto, um problema e a solução. Cada padrão é pois a relação entre um certo contexto, um certo sistema de forças que ocorre repetidamente nesse contexto e uma certa configuração espacial, que permite que essas forças se resolvam a si próprias dentro desse mesmo contexto (Alexander, 1979:247).

Contexto → Sistema de forças → Configuração

“Cada padrão descreve um problema que ocorre muitas e muitas vezes no nosso ambiente, e que depois descreve o cerne da solução para esse problema, de tal forma que podemos usar esta solução um milhão de vezes sem nunca repetir a mesma forma duas vezes” (Alexander, 1977:x), produzindo assim a variedade e a complexidade típica da auto-organização. Essa solução-padrão torna-se assim uma identidade, um arquétipo, que pode receber um nome podendo ser partilhada através duma linguagem. No entanto um padrão é uma imagem fluida, subtil e por vezes uma estrutura escondida que não identificamos no primeiro olhar, um sentimento morfológico, uma intuição sobre a forma, um diagrama.

Na cidade orgânica cada forma é ela própria um padrão de relações, “*é a lei morfológica que estabelece a configuração das relações no espaço*” (Alexander, 1979:90). Um padrão é assim simultaneamente a forma e a descrição do processo que dá origem a essa forma.

Cada padrão espacial está pois associado a um padrão de acontecimentos que é o mesmo que dizer a uma certa funcionalidade e onde o padrão é precisamente a condição prévia, o requerimento que permite que esses eventos-funcionalidade se façam nesse espaço (Alexander, 1979:92).

Os padrões não são pois entidades isoladas nem elementos concretos como tijolos ou portas. Isso significa basicamente que quando construímos qualquer parte da cidade ela não pode ser feita independentemente das outras partes. Muitas vezes o que está a ser sistematicamente destruído no nosso território e nas nossas cidades tradicionais é o padrão. As componentes (partes) ainda lá estão, mas a configuração de relações entre elas – o padrão – é destruído, e assim a cidade tal como um organismo, morre, torna-se máquina.

Alexander explica assim que o padrão é um diagrama que identifica um problema de *design* e segundo o qual a forma deve ser construída, mas uma vez construída dá resposta ao problema (Alexander, 1979). Estes padrões são preferencialmente encontrados na cidade natural ou nas culturas sem consciência própria (arquitetura vernacular) uma vez que estas constroem as suas formas tendo sempre em vista a funcionalidade de cada detalhe, resolvendo assim os problemas que uma forma deve resolver – daí que a cidade tradicional seja por excelência uma cidade de padrões.

1.4.3. Cidades planeadas: Principais modelos

Contrastando com estas formas orgânicas (padrões) de organização da cidade temos as formas abstractas e racionais (modelos) caracterizadas essencialmente pela geometria rectilínea que conforma vias hierarquizadas com casas e parcelas de forma geométrica (quadradas, rectangulares, semicírculos, etc.)

A forma que uma cidade deve assumir é uma questão muito antiga. Kevin Lynch distingue três modelos de cidade planeada através da história: Modelo cósmico, modelo

de cidade máquina e até a própria cidade orgânica serviu de modelo e inspiração para a realização de planos e desenhos pré-concebidos (Lynch, 1999:75-98), (FIG. 1.14).

O *modelo cósmico* ou o da cidade sagrada, cuja China e a Índia nos forneceram os exemplos mais desenvolvidos, toma o plano da cidade como uma interpretação do universo e dos deuses. As geometrias sagradas, as grandes simetrias, o simbolismo, etc., têm um forte poder psicológico e isso influenciou fortemente o ideal da cidade da renascença e do barroco como forma de expressão do poder. A cidade é desenhada como um edifício ou uma obra de arte. Os espaços públicos assumem grande relevância no desenho e caracterizam-se pelos grandes eixos monumentais, o encerramento, o domínio exercido do superior sobre o inferior, o centro sagrado, o significado dos pontos cardeais, devido às suas relações com o Sol e com as estações do ano. Prevalece a quadrícula regular e a organização espacial por hierarquia. Domina a ordem, a precisão, a forma clara e o controlo perfeito do espaço.

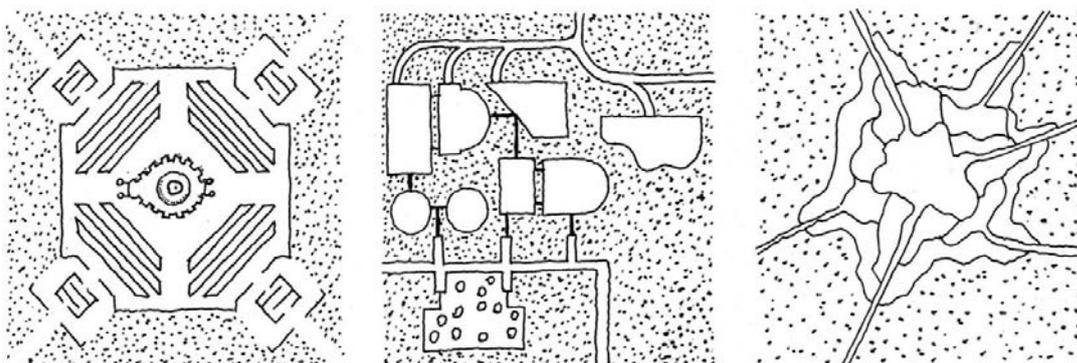


FIG. 1.14 – a) cidade cósmica; b) cidade máquina; c) cidade orgânica (in Kostof, 1991:15).

No *modelo máquina*, o conjunto da cidade desenvolve-se por adição. Não tem qualquer significado mais abrangente; é simplesmente a soma das respectivas partes autónomas e indiferenciadas com funções e movimentos claramente diferenciados - É um plano com uma racionalidade explícita. Centra-se portanto no zonamento, na separação ordenada das actividades e nos transportes, nos processos de produção, na saúde dos trabalhadores e nos serviços públicos. Apesar de actualmente este modelo parecer triunfante, ele não é uma concepção moderna: “... foi particularmente útil sempre que os aglomerados populacionais tiveram um carácter temporário, tiveram de ser construídos à pressa, ou foram construídos com objectivos claros, limitados e práticos, tal como se pode ver em muitos locais com origens coloniais. O objectivo

habitual era distribuir terras e recursos mais rapidamente, e proporcionar uma melhor distribuição no acesso a estes terrenos” (Lynch, 1999:83). São exemplos, as disposições em grelha das colónias gregas e romanas, as bastides medievais, Nova Iorque - Ilha de Manhattan, a cidade radiante de Le Corbusier e as cidades lineares.

Por fim, o *modelo orgânico ou biológico*, que olha para a cidade como um organismo vivo, uma noção que surgiu com a ascensão da biologia nos séculos XVIII e XIX e que foi uma reacção à tensão provocada pela industrialização do Séc. XIX. Com preferência por linhas curvilíneas e quebradas, esta cidade tem um tamanho ideal, um limite claro e uma autonomia própria que relembram os princípios do urbanismo orgânico. É a perspectiva consciente dum modelo auto-regulador que também se repara a si próprio.

Apesar do modelo orgânico ter tido menos influência na construção de cidades do que as duas doutrinas anteriores, é a perspectiva mais utilizada pelos actuais profissionais de planeamento, por ser também aquele que melhor incorpora os conceitos actuais de sustentabilidade e de ecologia - Antes do período moderno era difícil encontrar evidências de que a forma da cidade orgânica era apreciada enquanto escolha racional, ou seja, enquanto fonte de inspiração dum modelo de planeamento. O reconhecimento das vantagens da geometria do irregular em morfologia urbana tem sido pouco explorada embora comece a emergir recentemente com a descoberta da geometria fractal e das matemáticas da complexidade associadas à teoria do caos.

Exemplos deste tipo de cidades que se inspiraram nas formas orgânicas, são as cidades jardim de Ebenezer Howard e o planeamento moderno pitoresco. Inspirados nas formas orgânicas finais, muitos arquitectos e planeadores modernos procuraram uma nova estética que reproduzisse essas formas, esquecendo muitas vezes o processo e o contexto que lhes deu origem – um processo constante de mudança e adaptação e não o desenho de uma forma final clara, mas simplificada e estática, que não se adapta nem à complexidade nem ao dinamismo da realidade, residindo aí, a principal diferença entre a cidade orgânica reproduzida por modelo e a cidade orgânica emergente.

1.4.4. Ordem implícita e ordem explícita

Perante duas formas de organização tão distintas, emergente e planeada, levanta-se uma outra questão. O que é a ordem? Esta é uma das questões mais difíceis de

responder quer nas ciências quer nas artes. A noção de ordem, é tão vasta e imensa nas suas implicações, que não pode ser definida em palavras. No entanto, todos nós conhecemos a ordem implicitamente e não há necessidade de uma definição verbal precisa (Bohm, 1990:115). “A ordem é uma selecção de uma série de aparências em detrimento de outras, porque estas dão mais sentido à realidade por detrás das aparências. (...) Ordem é uma selecção de aparências. E qualquer selecção, ela própria, implica e impõe uma interpretação” (Doxiadis, 1968:32).

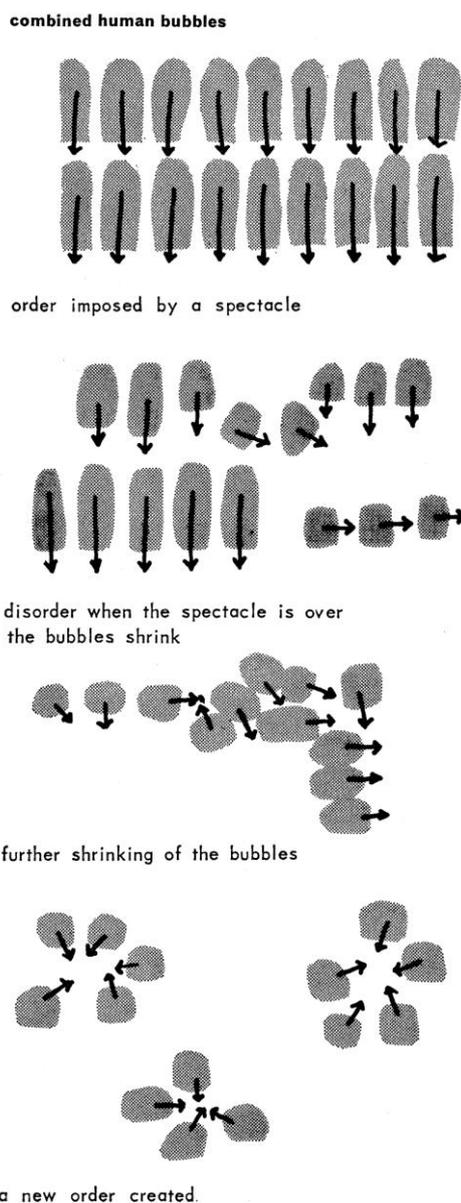


FIG. 1.15 – Diferentes formas de organização das pessoas durante e após um espectáculo (in Doxiadis, 1968:303)

Assim, não podemos restringir a palavra ordem às cidades de geometria pura e racional. Essa é apenas um tipo de ordem muito restrito que está associado à previsibilidade, ao arranjo regular de objectos ou formas, em que bastam algumas etapas para determiná-la por inteiro. Podemos considerar, em vez disso, ordens muito mais gerais, complexas e subtis, que em essência não estão relacionadas com a previsibilidade, como a ordem de crescimento de um ser vivo, a ordem da sociedade ou a ordem das pessoas que se reorganizam à saída dum espectáculo para conversar (FIG. 1.15).

É este tipo de ordem que está subjacente numa cidade orgânica; uma ordem emergente que depende da relação entre as partes e onde cada parte não pode ser prevista a partir de outra, porque estas não correspondem a um arranjo regular, uma vez que são todas diferentes.

A ordem só é percebida a partir da abordagem do todo e não das suas partes individuais. Esta é a *ordem da totalidade indivisa* (Bohm, 1990:125), (wholeness), que se divulgou com a teoria geral dos sistemas e que significa como vimos anteriormente, que a ideia clássica da análise por partes distintas ainda que em interacção, não é mais válida ou relevante para o estudo deste tipo de estruturas.

David Bohm fala-nos de dois tipos diferentes de ordem, que penso poderem aplicar-se com toda a justiça ao estudo do urbanismo e da arquitectura. Podemos então contrastar a *ordem implícita* que é a indicada para o estudo de totalidades indivisas, como é o caso dos organismos vivos ou das cidades orgânicas e uma ordem *explícita ou mecanicista*, como é o caso das máquinas ou da cidade máquina, constituída por partes independentes, modeladas de forma regular e com existência em diferentes regiões do espaço, interagindo por meio de algum contacto externo e por forças que não efectuam mudanças nas suas naturezas essenciais (Bohm, 1990:172-173). Na cidade orgânica, pelo contrário, cada parte cresce no contexto do todo, de modo que não existe independentemente, nem se pode dizer que meramente interage com as outras sem que ela própria seja essencialmente afectada nessa relação, através dum mecanismo de retroacção, conforme vimos anteriormente.

Digamos que a ordem implícita é a realidade ela própria, existe no universo em todo o lado, escondida. E que a ordem explícita é qualquer tentativa de a representar

através duma selecção de aparências, que depende naturalmente, da interpretação de cada observador.

Neste contexto, provavelmente, não deveríamos falar entre cidade natural e cidade artificial, mas antes sobre uma ordem natural, implícita da natureza e uma ordem explícita, imposta pela racionalização humana.

No mesmo sentido, Edgar Morin distingue entre “organização viva” e “organização física” e refere-se à organização viva como uma ordem mais desenvolvida que a ordem física, mais complexa, que comporta a desordem (Morin, 2008:92).

O estudo da ordem implicada, é pois, o ideal para o estudo da cidade orgânica, e poderá contribuir para construção de modelos de planeamento de cidades muito diferentes dos até aqui formulados, porque esta nova ordem não deve ser entendida unicamente em termos de um arranjo regular de objectos ou de um arranjo regular de eventos. Em vez disso, uma ordem total está, num sentido implícito, contida em cada região de espaço e do tempo. A palavra “implicar” significa dobrar para dentro, dobrar muitas vezes, envolver (Bohm, 1990:149). *“Em termos de ordem implicada, pode-se dizer que tudo está envolvido ou dobrado dentro de tudo. Isto contrasta com a ordem explicada, [que é hoje dominante nas várias ciências], e nas quais as coisas estão desdobradas, no sentido de que cada uma ocupa apenas a sua própria região particular do espaço (e do tempo), exteriormente às regiões pertencentes às outras coisas”* (Bohm, 1990:177).

De um modo geral, os estudos sobre o urbanismo, ou a formulação de modelos urbanos, têm-se referido quase exclusivamente à ordem explicada, mecanicista, como de resto tem acontecido noutras áreas disciplinares relativamente à ordem do universo. Na verdade a função original da geometria euclidiana é justamente a de fornecer uma descrição clara e precisa da ordem explicada. Na nova ordem propõe-se que seja dada relevância primária à ordem implicada, enquanto a ordem explicada terá uma relevância secundária. Isto é o mesmo que dizer, que é mais importante perceber o conjunto no seu todo do que perceber as partes individualmente, porque o todo não é igual ao somatório das suas partes constituintes.

Com efeito podemos afirmar que qualquer cidade tem uma planificação que pode ser de ordem orgânica – implícita ou de ordem racional - explícita. Enquanto a primeira é uma estrutura emergente, complexa, gerada, não criada, a segunda é o

produto dum pensamento consciente, da racionalidade humana, uma abstracção e portanto expressa através da geometria euclidiana.

Estes tipos de ordem processam-se em sentidos do espaço e do tempo também diferentes. Enquanto a ordem racional ou explícita, se processa de “cima para baixo” ou de “fora para dentro”, ou seja, apresenta-se desdobrada no espaço e no tempo, através de um plano pré-concebido, a ordem orgânica ou implícita processa-se de “baixo para cima” e de “dentro para fora” e portanto dobrada sobre si própria no espaço e no tempo.

1.4.5. Árvores e semi-retículas

Impressionados pela beleza das cidades naturais temos tentado perceber os seus segredos. E quanto mais investigamos, mais somos confrontados com a questão: Como é que a beleza e a funcionalidade dum produto orgânico da Natureza supera tantas vezes a beleza e a funcionalidade dum trabalho artístico, conscientemente desenhado e planeado? Porque é que grande parte das pessoas preferem viver nas cidades ditas naturais do que nas planeadas? Podemos produzi-las?

A estas questões respondeu Christopher Alexander há quase meio século, com o seu famoso artigo: *“A cidade não é uma árvore”* (1967). Aqui o autor acusa os *designers* de suspirarem pelas características físicas plásticas do passado em vez de procurarem descobrir o princípio abstracto de ordenação que as cidades antigas possuem e que as nossas modernas concepções de cidade ainda não encontraram. *“Estes designers não conseguem instalar uma vida nova na cidade, porque se limitam a imitar as aparências do antigo: escapa-lhes a sua secreta natureza”* (Alexander, 1967:23).

O autor questionava-se então, em que consiste essa natureza íntima, esse princípio ordenador que distingue a cidade natural da cidade artificial. Chegou então à conclusão que uma cidade natural tem a estrutura de uma *“semi-retícula”*, no entanto quando organizamos uma cidade artificial organizamo-la como uma *“árvore”*. Qual a diferença entre estas duas formas de ordenação geral e qual a sua relação com as formas de ordem enunciadas: implícita e explícita.

Christopher Alexander demonstrou de uma forma abstracta a diferença entre estas duas estruturas. Dando como exemplo uma estrutura muito simples constituída por meia dúzia de elementos (1, 2, 3, 4, 5, 6), ele apresenta dois tipos de imagem

(estruturas), que estes podem formar entre si ao relacionar-se, ou seja, ao agrupar-se em subconjuntos diferentes (FIG. 1.16a).

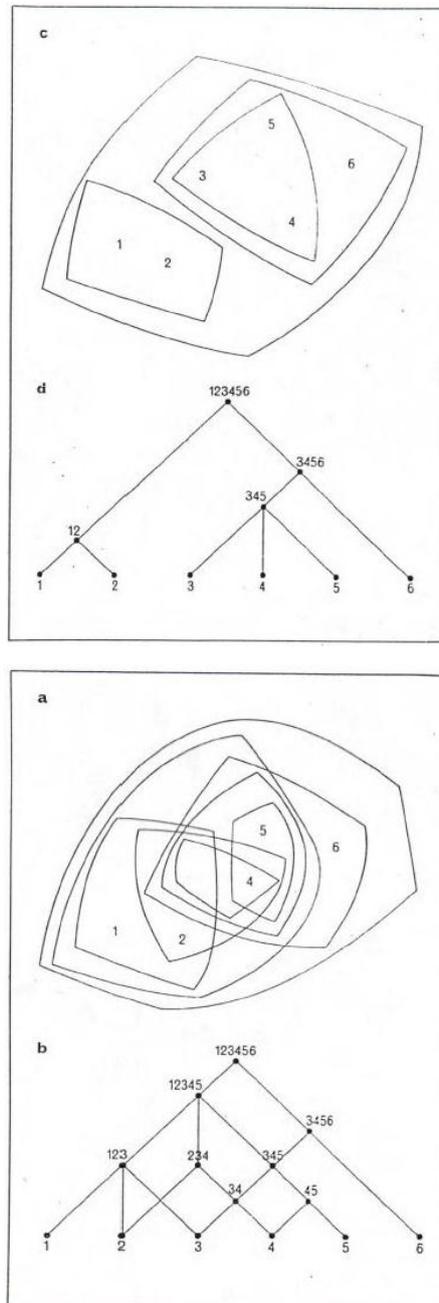


FIG. 1.16 – Diagrama em árvore (à esquerda); Diagrama em semi-retícula (à direita) (in Alexander, 1967:24)

Das relações entre estes subconjuntos, podemos dizer que alguns elementos fazem parte de subconjuntos maiores, como (34) faz parte de (345) e (3456). Alguns dos subconjuntos interceptam-se, como (123) e (234). Outros estão desligados, isto é, não contêm elementos comuns, tal como (123) e (45). A representação destas diferentes hipóteses dá aos subconjuntos que se relacionam de determinado modo, encarados como um todo, uma ordenação geral expressa nos diagramas b) e c) da FIG. 1.16, que correspondem, respectivamente, ao que o autor designou por uma estrutura em *árvore* e uma estrutura em *semi-retícula*. Enquanto na estrutura semi-reticulada, as unidades se interceptam, numa estrutura em *árvore* não se verifica qualquer intercepção. Mas mais importante ainda, diz-nos o autor, é o facto da *semi-retícula* ser potencialmente uma estrutura mais complexa e subtil do que a *árvore*: Uma *árvore* baseada em 20 elementos pode conter no máximo 19 sub-conjuntos, enquanto que uma *semi-retícula* baseada nos mesmos 20 elementos pode conter mais de um milhão de sub-conjuntos diferentes (Alexander, 1967:24).

Digamos pois que está subjacente à *semi-retícula* uma ordem implícita, que está dobrada no espaço como resultado das múltiplas intercepções das suas unidades, enquanto numa *árvore* está subjacente uma ordem explícita, desdobrada e que ocupa áreas particulares do espaço, onde as unidades não se interceptam.

É esta complexidade e diversidade que caracteriza as estruturas urbanas das cidades antigas que é impossível de abranger num único acto mental. “*É esta ausência de complexidade estrutural – característica das árvores – que deforma as nossas concepções da cidade*” (Alexander, 1967:24).

Para melhor ilustrar este conceito matemático aplicado ao urbanismo, Alexander dá exemplos de cidades naturais como Sienna e Manhattan e de cidades artificiais como Chandigarh ou as New Towns inglesas. Nas primeiras, os diferentes elementos do conjunto interpenetram-se reciprocamente – formam uma estrutura de textura complexa como é o caso da estrutura dos seres vivos; daí a designação de cidade orgânica. As segundas compõem-se de unidades distintas seguindo uma estrutura em *árvore*, ou seja dentro dessa estrutura, nunca nenhuma parcela de qualquer unidade está em conexão com as outras unidades, excepto através dessa unidade tomada como um todo; “*É um pouco como se os membros de uma família não fossem livres de fazer novos amigos, a não ser que toda a família o fizesse*” (Alexander, 1967:26).

É frequente atribuímos a estruturas da cidade em *semi-retícula*, a falta de ordem, de regularidade e de organização. Ora as *semi-retículas* não são estruturas menos ordenadas, menos organizadas do que as árvores, muito pelo contrário: “*Representam uma visão duma estrutura mais densa, mais forte, subtil e complexa*” (Alexander, 1967:26). Acontece que a nossa mente simplificadora lê e projecta com mais facilidade as estruturas em *árvore* – mas isso é apenas uma ordem visual que nos facilita a comunicação, não a vivência do espaço, muito pelo contrário.

Do ponto de vista da vivência das cidades, estas duas estruturas têm pois profundas implicações. Quando uma cidade possui uma estrutura em *árvore*, esta rigidez e esta disciplina passam a existir na cidade e nos seus habitantes. É o caso do zonamento e a separação de funções que caracterizou a cidade moderna, como aconteceu em Brasília onde toda a forma gira em torno de um eixo central e cada uma das suas metades principais é servida por uma única artéria central. Paralelas a esta artéria central correm novas artérias mais pequenas subsidiárias e que por sua vez são alimentadas pelas ruas que circunscrevem os superblocos, (FIG. 1.17). O mesmo se passa em Maryland - Columbia, com o agrupamento de unidades de vizinhança em conjuntos urbanos de cinco unidades onde só as vias de transporte juntam estes conjuntos urbanos numa nova cidade em *árvore*, (FIG. 1.18). Todas estas medidas dificultam a intercepção das diferentes unidades da cidade tendo muitas vezes como consequência a sua morte. Nas cidades naturais, pelo contrário, as unidades que a compõem estão sobrepostas e têm maior capacidade de intercepção (não estão desarticuladas, separadas: intercepçionam-se), pelo que vivem.

Na verdade as funções numa cidade não devem estar separadas. Naturalmente que preferimos uma universidade que funciona no centro das cidades. Peões e veículos não devem estar totalmente separados, para que possamos livremente tomar um táxi. As zonas de recreio devem estar integradas com as zonas de trabalho, habitação e comércio. Da junção destas partes emergem sinergias (qualidades) que não são propriedades de cada uma, mas que emergem do funcionamento conjunto do todo.

A cidade é composta por vários sistemas, trabalho, habitação, lazer. Mas estes sistemas não existem isolados, separados radicalmente uns dos outros. Os vários sistemas cruzam-se dando origem a estruturas muito complexas como a semi-retícula e o que estamos a propor são quase sempre sistemas em *árvore*; “*a separação falha numa*

série de sistemas que necessitam, para poder viver, de pequenas parcelas de ambos”
(Alexander, 1967:28).

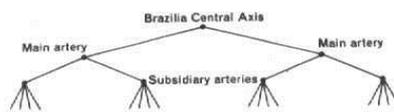
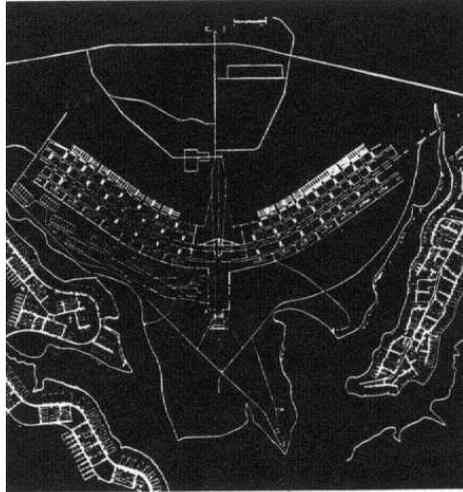


FIG. 1.17 – Brasília (in Alexander, 1967:25)

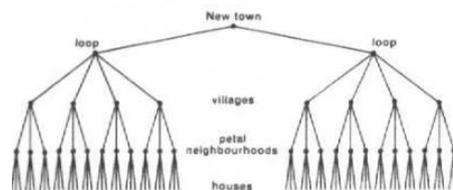
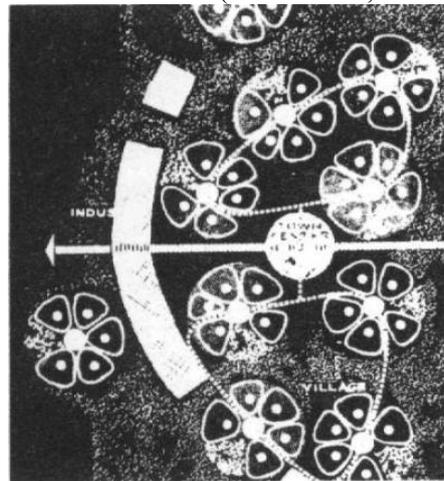


FIG. 1.18 – Maryland – Columbia (in Alexander, 1967:24)

Enquanto a estrutura em *semi-retícula* é um sistema de relações muito complexo, uma rede, e portanto com uma ordem implícita dobrada várias vezes no espaço, a estrutura em *árvore* é uma estrutura racional muito simples que pode ser abarcada num único acto mental, porque tem sobretudo uma ordem visual simplificada e é portanto uma ordem explícita, desdobrada e que ocupa diferentes regiões no espaço, sem sobreposições.

Estas duas formas de pensar o urbanismo, correspondem pois aos dois paradigmas do conhecimento que tenho vindo a enunciar. Uma profundamente racional, cartesiana, baseada no conhecimento analítico das partes, a outra, sistémica, ecológica ou holística, baseada no conhecimento do todo, que aborda problemas complexos como as estruturas orgânicas e que está agora na vanguarda científica de muitas áreas disciplinares, incluindo a arquitectura e o urbanismo e onde Christopher Alexander foi pioneiro, há quase meio século com este artigo mais conhecido do que sabido.

1.5. CONTINUIDADE E MUDANÇA DA FORMA URBANA

Apesar da tentativa de fazer no ponto anterior uma distinção entre a cidade orgânica e a cidade geométrica o mais exaustivamente possível, assinalei desde o início que estas realidades nunca aparecem separadas nem no espaço nem no tempo. Elas representam apenas casos extremos e que são muito raros. No entanto vale a pena a distinção porque a partir dela se percebem duas formas de pensar a cidade, necessárias para o seu planeamento.

Na verdade, ambas as ordens estiveram presentes desde as primeiras cidades e na dinâmica do seu crescimento, aparecem sobrepostas e alteradas de tal forma que, ora predomina uma, ora predomina outra, dependendo também da escala a que estamos a observar.

1.5.1. Transformação e metamorfose

O maior problema que se levanta com a classificação que opõe a cidade orgânica à cidade racional, é o facto da forma urbana não ser estática, ela evolui, transforma-se, sofre metamorfoses, sendo o seu resultado final, ou melhor em cada momento, um

palimpsesto de acções, “*um puzzle de segmentos espontâneos e premeditados inter-relacionados e justapostos de forma variável*” (Kostof, 1991:47). Assim, o que em determinado momento classificamos de estrutura orgânica, noutra momento pode ser racionalizada. Por outro lado, uma estrutura resultante dum plano altamente regular e geométrico, pode tornar-se com o tempo, uma estrutura completamente orgânica e onde não conseguimos perceber qualquer vestígio da sua morfologia inicial, como podemos ver no exemplo apresentado na FIG. 1.19.

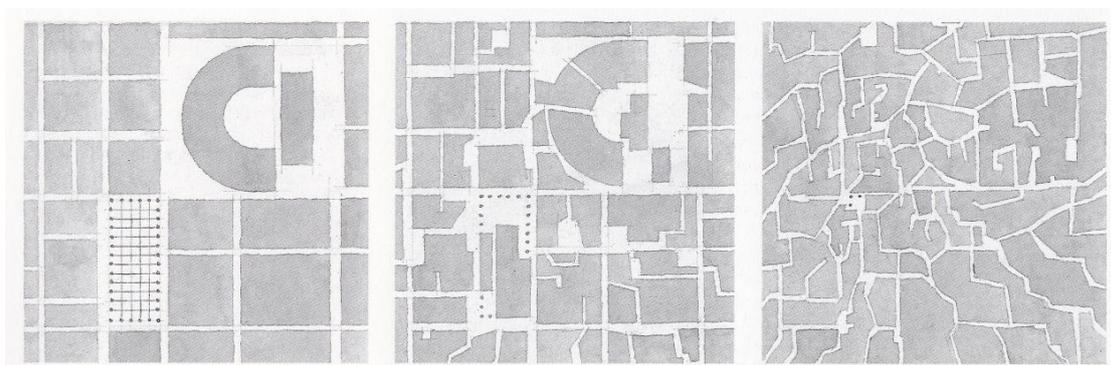


FIG. 1.19 – *Transformação gradual duma colónia Romana numa cidade Islâmica*
(in Kostof, 1991:47)

O refazer das cidades ao longo dos tempos, pelas diversas culturas, deixa marcas, onde por vezes, antigas malhas geométricas estão escondidas por detrás dum traçado orgânico e vice-versa. Assim deve ter acontecido na baixa de Lisboa, onde um dia terá existido uma cidade romana com um traçado bastante rectilíneo. Documenta-se na planta de João Nunes Tinoco (ver Fig 1.13a), um emaranhado de ruas estreitas e irregulares e de becos sem saída. No entanto, uma abordagem mais atenta desta planta, através da observação da posição e orientação de algumas ruas e largos, a sobreposição e respectivo prolongamento das axialidades dos monumentos romanos cuja posição é conhecida, bem como as possibilidades que o suporte físico natural oferece, permitiria formular algumas conjecturas sobre o traçado romano nesta zona, conforme se conclui num estudo anterior (Guerreiro, 2002:). De igual modo, a baixa Pombalina, na sequência do terramoto de 1755, veio transformar a cidade Medieval numa cidade geométrica bastante racional, fazendo da baixa Lisboeta um dos melhores exemplos da metamorfose das malhas urbanas racional-orgânica.

Mais recentemente, o Plano Geral de Melhoramentos de Lisboa - 1903, de Ressano Garcia é também um bom exemplo desta metamorfose, quer seja através da

racionalização das formas irregulares existentes, quer seja através da imposição de uma nova malha que, ora corta a lógica pré-existente, ora permite disciplinar a expansão da cidade. A FIG. 1.20 que se apresenta, é um exemplo dessa sobreposição para a zona dos Anjos. A introdução da nova malha da Avenida Almirante Reis veio substituir o antigo traçado orgânico da Rua dos Anjos. Um processo semelhante se passou na Rua das Portas de Santo Antão, com a introdução da Avenida da Liberdade. Ambos os casos foram favorecidos pela axialidade natural impressa pela topografia dos vales. Múltiplas situações como estas são possíveis de encontrar em quase todas as cidades, sendo que o inverso, ou seja, alterações ao plano de raiz com a introdução de alguma organicidade e irregularidade também é muito frequente.

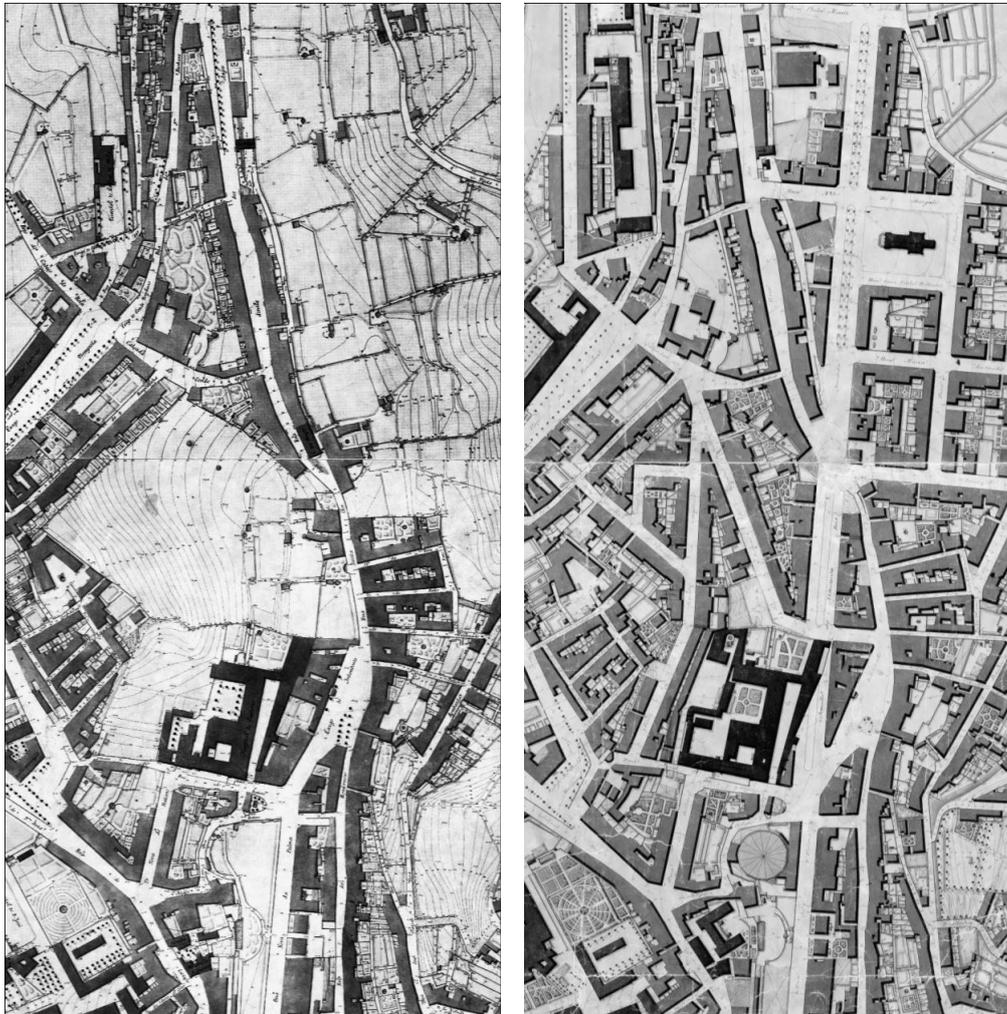


FIG. 1.20 – Zona dos Anjos, Lisboa - a) 1858; b) 1911

Assim temos sempre presente duas formas de actuar que coexistem e dão forma às nossas cidades que convém conhecer mesmo sabendo que não funcionam em separado. Os dois tipos de forma urbana, não mantêm necessariamente, uma relação de continuidade nem no espaço nem no tempo. Por um lado, a forma racional está associada à previsão, à regularização e ao planeamento a longo prazo, por outro as geometrias racionais são inflexíveis em termos de movimento humano. Dá-se então a tendência para uma libertação dessa ordem geométrica porque nós não estamos inclinados para contornar ângulos rectos ao deslocarmo-nos de um lado para outro, a não ser que sejamos obrigados a fazê-lo.

1.5.2. Forma e tamanho

A metamorfose da malha urbana é também uma consequência da expansão e do crescimento das cidades. O facto de não podermos aumentar o tamanho de um objecto indefinidamente sem alterar a sua forma é uma consequência do modo como o espaço organiza as coisas à nossa volta. Já Galileu tinha demonstrado a impossibilidade de aumentar o tamanho de estruturas para grandes dimensões quer se trate dum artefacto ou de uma forma produzida pela natureza. É impossível construir um edifício mais do que determinado tamanho e esperar que ele se mantenha em pé, da mesma forma que é impossível a natureza produzir árvores de tal tamanho sem que os seus ramos se quebrem devido ao peso. Assim, o aumento do tamanho tem de ser acompanhado pelo emprego dum material mais resistente, uma modificação na estrutura ou pela alteração da forma do objecto.

Esta fraqueza deve-se ao facto dum objecto maior ter mais volume em relação à sua superfície do que um objecto mais pequeno. *“Nas formas vivas, um organismo grande pesa mais e gera mais calor do que um pequeno. Estas funções dependem do volume ou massa dos seus tecidos. O organismo grande é também mais fraco e tem mais dificuldade em dissipar o calor e assimilar comida e oxigénio. Estas funções dependem da área da superfície”* (Stevens, 1974,19). Assim se comportam as nossas cidades ao formarem microclimas. Por um lado, um certo tamanho e densidade, como acontece nas cidades tradicionais do mediterrâneo, pode melhorar o clima da cidade face ao geral do lugar. Por outro lado, a formação das chamadas ilhas calor, um problema ambiental associado ao grande tamanho das cidades e à impermeabilização

excessiva dos solos, pode dificultar o conforto bioclimático e gerar outros problemas ambientais associados à poluição que tem a ver com o metabolismo das cidades.

Como corolário, podemos definir que, para que as coisas mantenham o seu funcionamento, uma diferença no tamanho, deve ser acompanhada dum diferença da forma, sendo que nalguns casos, o organismo até se divide ou multiplica para se manter no tamanho certo, como é o caso da célula que se mantém dentro dum determinado tamanho limite. Na natureza, cada tamanho tem a sua forma ideal. Um rato não poderia crescer até ao tamanho de um elefante, porque a sua estrutura não aguentaria o peso. Na natureza todas as formas estão optimizadas. Digamos que ela teve muito tempo para fazer isso. Passaram cerca 3,5 biliões de anos desde o aparecimento dos primeiros organismos na terra, sendo que ao longo da evolução das espécies, cada forma ganhou o tamanho certo para a estrutura e forma certas.

Digamos então que para uma cidade funcionar bem, ela deverá ter um tamanho certo para a estrutura e a forma que tem, pelo que a partir de determinado limite se deve desdobrar em novas unidades, como de resto aconteceu no planeamento das cidades jardim. E sobretudo, o que importa sublinhar, é o facto de que ao longo do seu crescimento ela vai mudando a sua forma para melhor acomodar o todo, ou seja para funcionar melhor. Tal como um organismo vivo, ela não altera a sua dimensão pela simples extensão, dilatação ou adição indefinida das partes, mas reorganiza a sua forma à medida que muda de dimensão.

No entanto, esta dimensão do crescimento acompanhado dum mudança da forma é uma situação que tem sido pouco explorada nos vários modelos de planeamento. E isso deve-se sobretudo ao facto, da nossa visão sobre a forma da cidade ser estática. Aqui residirá porventura, a razão principal para o insucesso dos modelos de planeamento. Tendemos a ver a forma urbana como algo estático – geométrico, talvez porque pensamos que isso nos possibilita fazer previsões com maior precisão.

A questão da escala e do tamanho de uma cidade é pois mais um aspecto que vem contribuir para a dificuldade na definição dos conceitos de cidade orgânica e de cidade planeada. A uma escala, a cidade pode parecer ordenada em termos de geometria pura, enquanto a outra escala pode parecer não ter uma ordem planeada e ser o produto dum multiplicidade de decisões. A cidade de Lisboa e respectiva área metropolitana é um exemplo por excelência do que se acaba de dizer. Até ao início do Século XX, a

cidade como um todo teve praticamente um crescimento orgânico à exceção da Baixa Pombalina. Nessa altura o Plano Geral de Melhoramentos de Lisboa, 1903, de Ressano Garcia introduziu uma nova ordem na cidade, quer através da regularização da malha urbana existente, quer através do planeamento de novas áreas de expansão através da quadrícula. Mas na região metropolitana e especialmente a partir dos anos 60, os desenvolvimentos nos eixos Lisboa – Loures, Lisboa – Sintra e Lisboa – Vila Franca de Xira não seguiram nenhum desenho formal e à escala da região. Estes têm até um padrão orgânico como tantas outras estruturas da natureza. Mas se fizermos um *zoom* ao longo dos diversos desenvolvimentos desses eixos não será difícil encontrar uma geometria reticulada aplicada aos loteamentos e aos polígonos que contrastam, pela sua rigidez, com as estruturas naturais por forma a viabilizar o máximo de lotes.

Assim se mudarmos a escala de observação, o geométrico aparece por dentro do orgânico e vice-versa, de tal forma que os assentamentos humanos não escapam às leis da natureza simplesmente porque os constrangimentos do espaço assim o ditam, como podemos ver mais à frente no Capítulo 2.

A maior diferença entre as cidades do passado e as nossas cidades actuais são a sua escala e tamanho e conseqüentemente a sua forma. O planeamento baseado na geometria pura não é mais suficiente para planear essa realidade – precisamos pois de conhecer quais os padrões e as propriedades das formas orgânicas e quais as suas leis de formação para as podermos aplicar.

1.5.3. Equilíbrio dinâmico vs ordem estabilizada

Verificámos que a forma urbana não é estática, como por vezes temos tendência a avaliar. O organismo na sua globalidade é dinâmico. No entanto trata-se dum dinamismo homeostático que acontece quando incessantes modificações oscilam à volta de uma situação aproximadamente estável, e cujo equilíbrio depende dessa oscilação e mudança. É como no nosso corpo, cujas células se renovam, morrem e nascem permanentemente ao longo da nossa vida, para que este mantenha o seu funcionamento – “*Viver de morte, morrer de vida*”, melhor dito na célebre frase de Heraclito, sete séculos antes de Cristo. Assim, a nossa vida depende dessa mudança constante, pelo que quando ela cessa, cessamos (morremos) também. No decorrer de um ano ou dois no máximo, toda a célula do nosso corpo é substituída, mas a fisionomia bem como a

identidade da pessoa permanecem. Uma cidade, tal como um organismo existe no tempo e no espaço. Muda constantemente e no entanto permanece a mesma. Tal como as células do nosso corpo que ao fim dum período foram todas substituídas, assim acontece com as pedras dos seus edifícios originais.

A conotação moderna da palavra “forma” tende, infelizmente, a referir-se a algo exterior. Todavia na antiga filosofia grega, a palavra “forma” significava, em primeiro lugar, uma actividade formadora interna que é a causa do crescimento das coisas, bem como do desenvolvimento e da diferenciação das suas várias formas essenciais. Isto é o mesmo que dizer que o que está envolvido não é uma mera forma imposta de fora, mas antes, um movimento interno ordenado e estruturado, essencial para aquilo que as coisas são (Bohm, 1990:12).

O aspecto massivo e sólido (consolidado) das cidades é apenas uma percepção que torna difícil ver essa actividade formadora interna, principalmente quando a sua dinâmica se encontra em equilíbrio. Quando a dinâmica não está em equilíbrio, ou seja, quando um ou mais elementos do complexo estão em transformação tão rápida que os outros não os conseguem acompanhar, como sucede no caso das nossas periferias, a mudança torna-se muito visível e o que permanece é muito difícil de identificar, ou perdura como relíquia do estado de equilíbrio anterior.

1.6. CIDADES DO FUTURO: QUE ORGANIZAÇÃO?

Concluimos então que a cidade não é uma obra de arte visual. Ela não pode ser percebida a partir de um único ponto de vista e ao mesmo tempo. A sua imagem mental desenvolve-se apenas como uma sequência de percepções. A cidade é um processo e a mudança é a sua essência. Neste aspecto ela é mais aparentada aos organismos vivos do que aos objectos inanimados. Nessa mudança incessante passa por períodos de ordem e de desordem sendo que cada fase corresponde apenas a um estágio da sua evolução cíclica.

Como vimos, a mudança faz parte da vida, é uma parte da sua dinâmica e é o processo de acomodar a mudança, que pode definitivamente dar qualidade às nossas cidades e às nossas vidas. Consequentemente, e de entre os diferentes domínios do

projecto, o projecto urbano tem uma particularidade. Enquanto o desenho duma máquina ou de um edifício pode resultar dum acto de invenção, deliberado e definitivo que pode antecipar correctamente os problemas e encontrar as soluções, o desenho duma cidade é sempre mais incerto, porque ela é também o produto do desenho duma comunidade em interacção duma forma espontânea e imprevisível. Enquanto os projectistas de máquinas e de edifícios tem conhecimento do processo sobre o qual o desenho vai operar e esse conhecimento permite-lhes conceber a forma que estão a produzir, os projectistas urbanos não têm tal certeza (Hillier, 1989).

Mas então, porque é que agimos como se o ambiente fosse estático? Porque é que os projectos e os planos urbanos actuais definem o espaço em oposição à mudança? Porque é que, apesar de tudo, a ideia artística do espaço é completa e estática, o produto final de muitas decisões imaginadas?

Planeadores, projectistas e construtores não resistem à tentação de projectar uma imagem para sempre. A imposição de uma ordem de cima para baixo, um pensamento mecanicista, com ênfase nas partes, característica do nosso planeamento vai contra a natureza dinâmica da cidade ou da metrópole. É duvidoso que a expansão e a transformação possam ou devam ser paradas, no entanto é possível canalizá-las e organizá-las aceitando a sua dinâmica. Isso só poderá ser feito através do desenho sistémico e ecológico com ênfase no todo e nas relações.

Visto em retrospectiva os modelos de planeamento da cidade não parecem ter tido muito sucesso. Os projectistas e os planeadores têm pensado a cidade duma forma fragmentária, por partes, herança dum pensamento cartesiano e mecanicista restringindo assim as acções espontâneas que poderiam dar lugar a estruturas organizadas, com vida. Por outro lado, ainda existem muitas cidades antigas claramente articuladas como organismos e perfeitamente adaptadas à vida contemporânea e ao contexto natural em que estão inseridas. No entanto, com algumas excepções, estas foram cidades que mudaram constantemente para se adaptarem a novas funções, realidades e tamanhos. Vimos como estas cidades tendem para uma ordem mais complexa do que a cidade da geometria pura. Elas têm, tal como os organismos vivos, um mecanismo auto-regulador designado por retroacção que optimiza o que funciona e suprime o que não funciona. Todas as decisões são tomadas em resposta aos problemas que vão surgindo e estas não são necessariamente parte dum plano preconcebido.

Se esta forma de fazer cidade está entre as mais bem sucedidas, se os resultados da adaptação gradual foram no passado muito melhores do que os resultados da maioria dos planos pré-concebidos, não deveríamos nós seguir este método exclusivamente, como de resto já se questionava Hans Blumenfeld já nos anos 1960? (Blumenfeld, 1967:16).

Na realidade, as cidades ditas orgânicas levaram muito tempo a alcançar a perfeição que admiramos hoje. A sua essência é a constante mudança e adaptação ao longo dos tempos: Mas no passado, *“As mudanças sociais eram lentas, e a decadência física era rápida. A maioria dos edifícios eram construídos em madeira ou argila, e a maioria das ruas eram apenas estradas sujas. O processo de eliminação das dissonâncias levou tempo a tomar o seu curso. O crescimento orgânico foi possível. Hoje as mudanças sociais são rápidas e os nossos edifícios e ruas são feitos de tijolos sólidos, aço e betão. Eles permanecem intactos muito tempo depois de sobreviver à sua utilidade”* (Blumenfeld, 1967: 16).

Portanto não podemos esperar que o processo de crescimento orgânico se dê actualmente e espontaneamente nas nossas cidades, simplesmente se as deixarmos de planear. O que é necessário, é entendermos como se processa este tipo de crescimento e aplica-lo depois ao nosso planeamento, possibilitando assim a emergência deste tipo de urbanismo. Melhor descrito por Hans Blumenfeld: *“Nós devemos apreender a planear uma cidade do mesmo modo que ela deveria ter crescido se não fosse planeada – como se não tivesse tido tempo para crescer”* (1967:16). Este não é o conceito dominante do nosso planeamento actual - O carácter extremamente estrito, programado e imperativo da maioria dos modelos de planeamento torna-os impraticáveis. Nos planos gerais preconcebidos, onde existe uma ordem rígida no topo, existe no terreno uma anarquia organizadora espontânea que muitas vezes faz funcionar a planificação programada e que resolve por exemplo o problema da habitação, criando evidentemente outros problemas. *“A desordem constitui a resposta inevitável, necessária, e mesmo frequentemente fecunda, ao carácter esclerosado, esquemático, abstracto e simplificador da ordem”* (Morin, 2008:135).

Devemos hoje e de uma forma consciente perceber a essência do crescimento orgânico, perceber a sua geometria emergente que é fundamentalmente diferente da geometria euclidiana e das formas racionalizadas. Acredito, que uma das formas de

conseguirmos isso, é tentando perceber como se dá o crescimento orgânico na Natureza em geral: quais as suas leis de formação, os seus padrões e propriedades, traçando depois comparações com a forma urbana. Tal como a geometria euclidiana serviu e serve para entender a cidade de geometria pura, as geometrias orgânicas ou da vida são o nosso principal instrumento para o estudo da cidade orgânica e das suas qualidades intrínsecas.

Capítulo 2

ESPAÇO, AMBIENTE, EXPRESSÃO E ADAPTAÇÃO

“Nothing is experienced by itself, but always in relation to its surroundings...”

KEVIN LYNCH

2.1. FORMA E CONTEXTO

A frase de Kevin Lynch expressa na página anterior, equivale a dizermos que as propriedades da forma não são propriedades intrínsecas (1960:11). Dito de outro modo, estas só podem ser entendidas no contexto dum todo maior. Esta forma de pensar o espaço está pois de acordo com as teorias sistémicas enunciadas no capítulo anterior. O pensamento sistémico é pois um pensamento contextual, ambiental e ecológico, pois explicar as coisas em termos do seu contexto é explicar as coisas em termos do seu ambiente (Capra,1997:37).

Tal como o campo de gravidade, o contexto é o campo de atracção que origina uma estrutura de operação (um padrão) que por sua vez influencia o conteúdo, a forma, ou seja, aquilo que aparentemente observamos, cremos e concebemos. O contexto é pois composto por campos de energia invisíveis, tão reais como a gravidade, que operam na fabricação da forma urbana, tais como o sol, o vento ou a topografia. Isto para me referir apenas às forças físicas, porque existem também as forças sociais, psicológicas, etc., que são ainda mais difíceis de visualizar. Sem entendermos essas forças, torna-se muito difícil interpretar correctamente as formas, ou de as conceber de modo adequado a esse contexto. Assim o problema da forma inadequada é muitas vezes um problema de percepção do contexto e das forças que entram em acção, pelo que o mais importante no ensino dos nossos projectistas, é o entendimento do contexto no qual as formas emergem e não a forma em si própria.

Portanto, creio que grande parte dos nossos problemas urbanos e espaciais, se devem essencialmente a um problema de percepção do contexto. Isso acontece, exactamente porque as pessoas não estão despertas para os campos invisíveis em acção na cidade e nas nossas próprias vidas. A causa desta dificuldade deve-se essencialmente à nossa visão fragmentária da realidade com a qual descrevemos o mundo. Se pelo contrário, nós pensássemos a realidade numa forma holística, veríamos como a separação das coisas é uma ilusão e que na verdade todas as coisas são parte do mesmo contínuo inseparável - é a ideia do universo holográfico, conforme o designou David Bohm (1980:143-147).

O contexto é um molde para a forma: Enquanto a forma é aquela parte do mundo sobre a qual nós temos controlo, o contexto é aquela parte do mundo que impõe

restrições a essa forma. Tudo o que impõe restrições à forma é contexto. A boa forma é pois o resultado da mútua aceitação entre estes dois mundos, ou seja, o resultado de como a forma se insere no resto do conjunto (Alexander, 1964:17).

O contexto físico, no qual se enquadram as formas urbanas e arquitectónicas, como o clima, a topografia, os materiais, etc., estabelecem as irregularidades dum contexto não homogéneo, sendo que a forma que responde a esse contexto é um diagrama de forças (padrão) que tenta compensar essas irregularidades.

Nas cidades orgânicas e de um modo geral em todos os organismos vivos, a forma é a solução para o problema definido pelo contexto, pelo que quando falamos deste tipo de urbanismo, a discussão não é sobre a forma em si própria, mas sim sobre o conjunto que compreende a forma e o seu contexto.

Assim, para o entendimento das formas da natureza, a ideia cartesiana de que a forma é independente do seu contexto, ou seja, a de que a realidade pode ser dividida e compreendida por partes deverá ser substituída pela ideia holista de que a forma é moldada pelo contexto, ou seja, pela ideia de que tudo está ligado a tudo, por um conjunto de forças e de relações que são responsáveis pela forma que aparentemente se observa.

2.2. EXPRESSÃO E ADAPTAÇÃO

“Existe uma lei universal que nos diz que só sobrevivem as espécies que se encontram em harmonia com o seu contexto natural, em equilíbrio com os materiais que as rodeiam e adaptadas a todas aquelas forças internas ou externas a que estão expostas” (Olgyay, 2002:84). Por outras palavras, só subsistem as espécies cujas formas estão adaptadas ao contexto.

Num ecossistema, os organismos e os seus órgãos não estão só adequados ao contexto, mas senão muito adequados. Estas formas são o resultado dum processo de tentativa erro que dura há quase 4 biliões de anos. Os padrões que se apresentam no Capítulo 3 e que representam as preferências da Natureza por certas estruturas, como é o caso das espirais, dos meandros, das explosões, das ramificações ou das estruturas

hexagonais, não são mais de que formas muito bem adaptadas aos constrangimentos impostos pelo espaço.

Na Natureza, a expressão ou forma final de cada objecto, é o resultado da sua adaptação que é o mesmo que dizer o resultado do seu processo, ou seja a sua progressiva adequação ao meio envolvente. Ian Mc Harg chama-lhe a “*identidade da forma recebida*”, que é a associação natural mais conveniente (2000:170).

Na Natureza, forma e processo não estão separados. Ambos são aspectos indivisíveis do mesmo fenómeno. Essa é a grande diferença entre um objecto natural e um artefacto, porque neste último, forma e processo podem aparecer separados. Isso acontece por exemplo nas artes gráficas entre as quais a própria arquitectura, cuja forma pode ser o resultado dum processo imaginativo. No entanto, a criatividade também existe na Natureza, pois a adaptação, essencial à vida, não é senão uma forma criativa de organização para a sobrevivência. Portanto, a criatividade não pode mais ser vista como exclusiva das artes ou do homem, ela existe na Natureza, por todo o lado. De igual modo a expressão, enquanto resultado de um processo de adaptação é também comunicação e simbolismo, por exemplo, como acontece com o mimetismo em algumas espécies, quer seja para se camuflarem, quer seja para chamarem à atenção de outras espécies, sempre com o fim de sobreviver.

Esta noção de adaptação é pois muito importante para o homem que produz os artefactos, porque a adaptação deve ser o objectivo final desses artefactos, sejam eles objectos pessoais ou cidades. Talvez por isso, a morfologia das plantas nos diferentes climas parece ter uma certa analogia com a arquitectura autóctone ou até com as construções elaboradas por alguns animais, uma vez que algumas das forças (tensões) que incidem na sua forma (tal como as variações de temperatura, insolação, humidade, etc.) correspondem de forma semelhante às necessidades ambientais humanas, dos animais e dos vegetais.

A FIG. 2.1 ilustra bem a variação da folhagem de certas plantas em função do clima. “*De acordo com o contexto favorável ou adverso as plantas podem abrir ou serrar a sua superfície. As plantas das regiões frias ou quentes e áridas, apresentam secções maciças similares; quer dizer, grande conteúdo numa superfície relativamente pequena. Esta é a sua resposta para se defender dum frio excessivo ou de um calor tórrido. Pelo contrário, as plantas das zonas mais temperadas abrem-se ao contacto*

com o seu ambiente: e o crescimento da vegetação em zonas quentes e húmidas é livre tanto na sua forma como no seu tamanho” (Olgyay, 2002:84).

As construções autóctones respondem de igual forma aos contextos naturais através da forma óptima, pelo que é possível encontrar certas semelhanças formais com plantas ou construções de animais, que são, ao fim e ao cabo respostas semelhantes ao ambiente envolvente (ver FIGS. 2.2 à 2.5).

Certas formas, debaixo de determinadas condições ambientais, resistem melhor e são mais eficazes do que outras. Por exemplo, os edifícios de planta quadrada são os que melhor preservam o calor no inverno e o fresco no verão. Isso acontece exactamente porque um edifício quadrado alberga o maior volume, com a menor superfície de exposição.

De uma forma semelhante a FIG. 2.6, mostra dois conceitos estruturais de edificação em ambientes bastante diferentes, em que a primeira imagem corresponderia às regiões de clima frio e a segunda às regiões de clima quente. Enquanto resposta climática, o centro da composição nos climas frios é a lareira, enquanto nos climas quentes e áridos, temos a fonte no centro do pátio à volta do qual a casa se organiza.

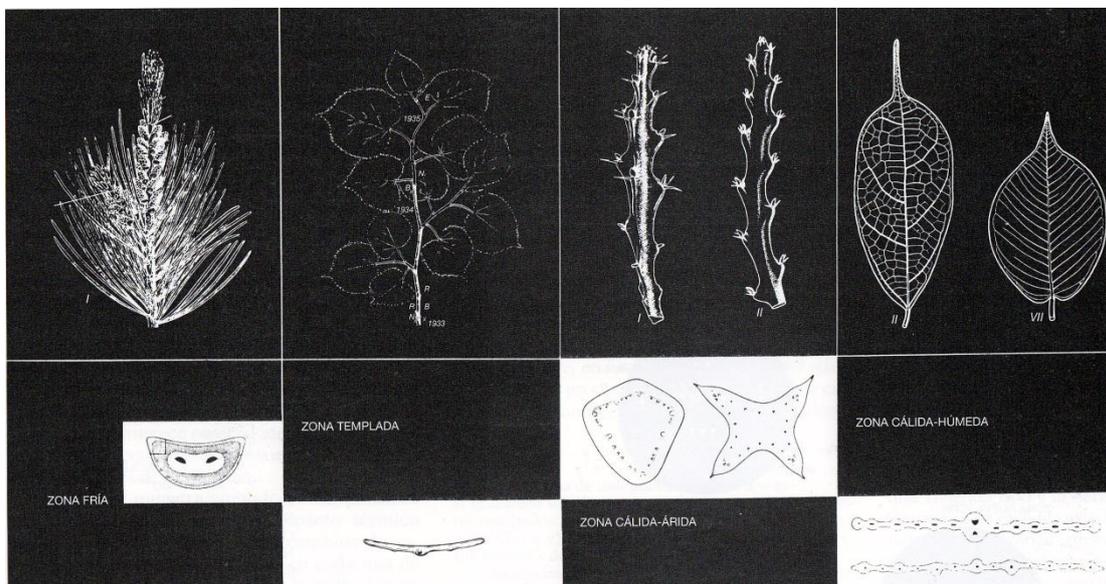


FIG. 2.1 – *Morfologia das plantas em diferentes climas (in Olgyay, 2002:85).*

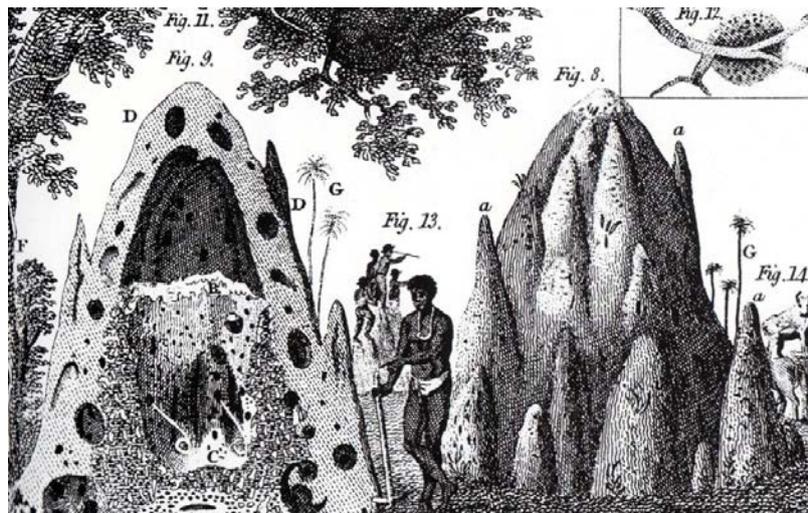


FIG. 2.2 – Construções de térmitas africanas que criam as condições climáticas ideais para os seus habitantes (in Behling, 2002:35).



FIG. 2.3 – Construções vernaculares nos arredores de Mopti, Mali (in Rudofsy, 2003:100).

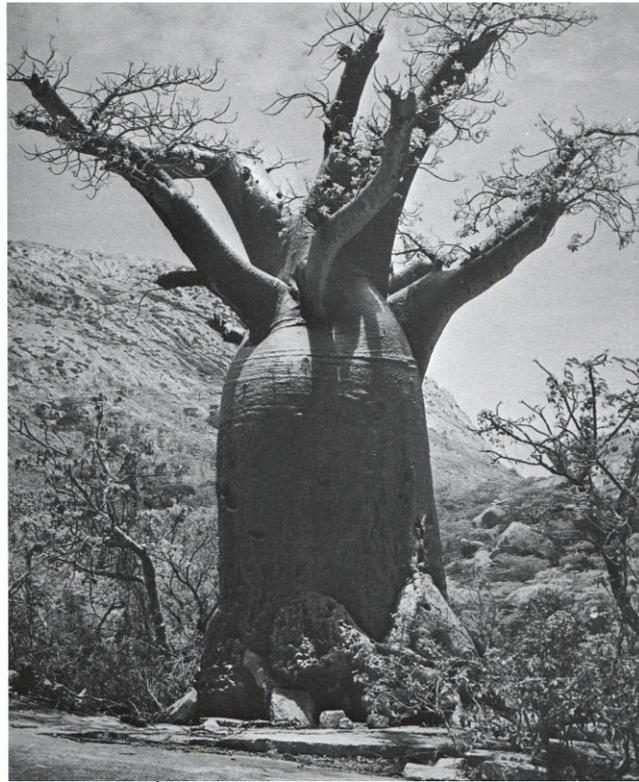


FIG. 2.4 – *Árvore Baobá da África tropical, que possui um tronco relativamente baixo mas extremamente grosso chegando a atingir 9 metros de diâmetro (in Rudofsy, 2003:21).*

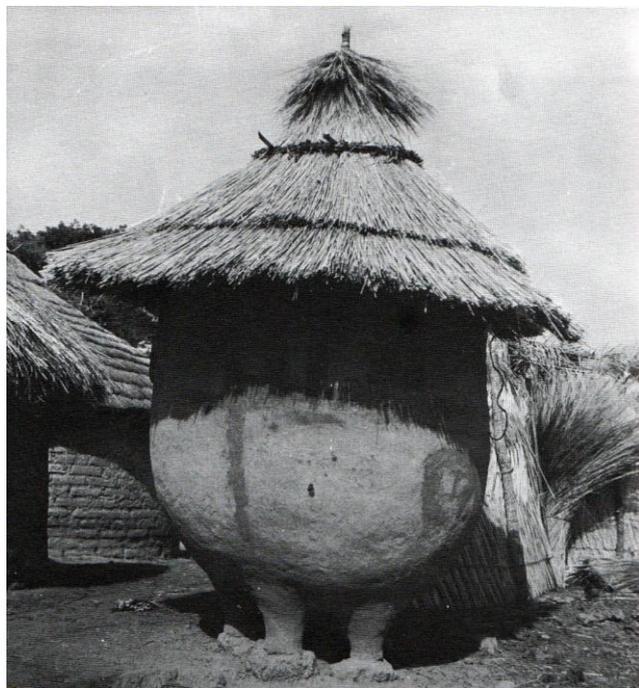


FIG. 2.5 – *Construções vernaculares em Korghogo, Costa do Marfim (in Rudofsy, 2003:96).*

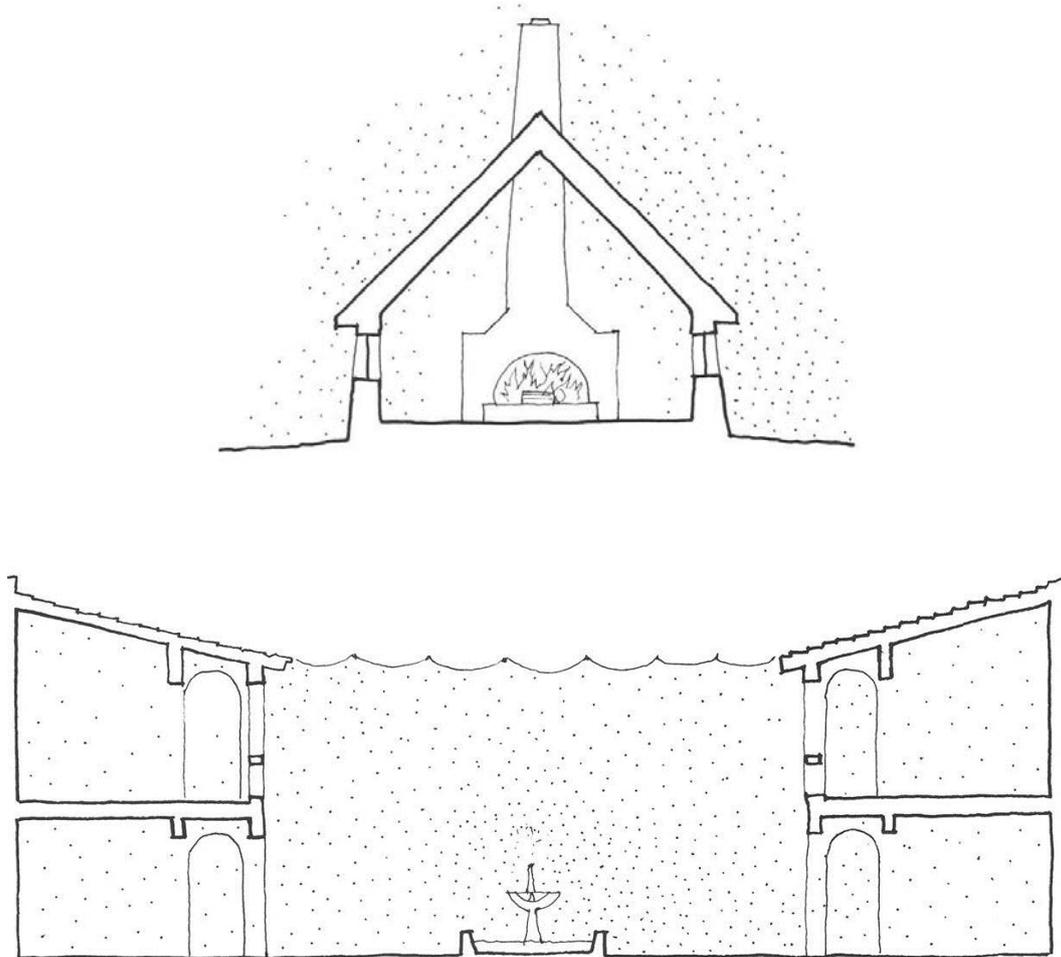


FIG. 2.6 – Casa bloco com lareira em climas frios; casa pátio com fonte sombreada em climas quentes: O símbolo central do conforto térmico (Desenho de Michael Cockram in Reynolds. 2002:78).



FIG. 2.7 – Padrão típico de povoamento em zona temperada - fria; Alhões, Cinfães, Portugal (©2010 Google)

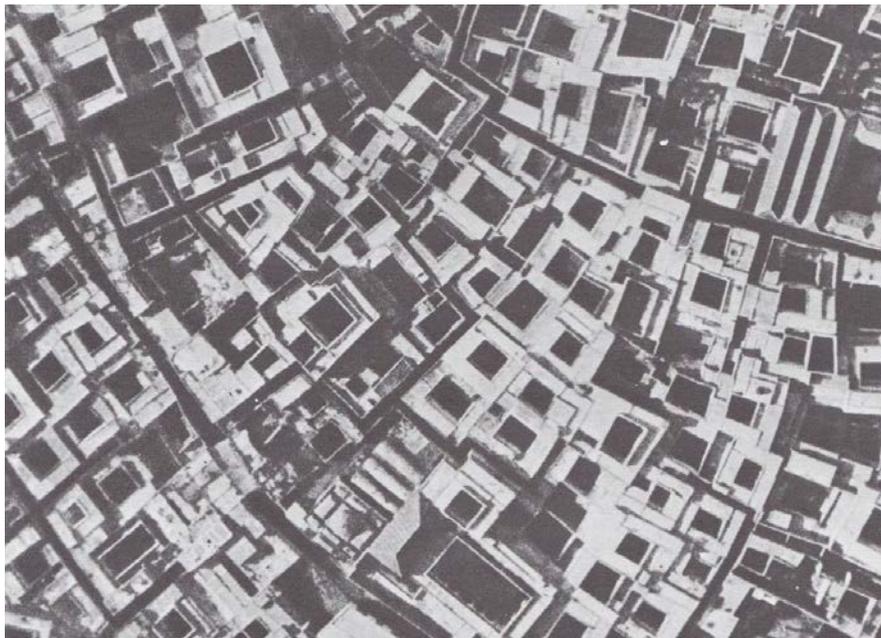


FIG. 2.8 – Padrão típico de povoamento em zona quente e seca; Marrakesh, Norte de África (in Rudofsy, 2003:54).

Também as formas urbanas apresentam reflexo à grande escala das mesmas tendências (forças / tensões) que influenciaram as edificações individualmente em cada região. Assim num *clima frio*, o tecido urbano distribui-se de forma a proporcionar protecção contra os ventos e a retirar os benefícios do Sol. Os edifícios tendem a agrupar-se procurando expor a menor superfície possível e assim impedir a perda de calor mas deixando espaços livres para a entrada do Sol. A estrutura urbana é uma trama

densa mas muito enleada de forma a criar os chamados *sun pockets*; espaços exteriores com soalheiros e protegidos dos ventos (FIG. 2.7).

Nas *zonas temperadas*, a planta de distribuição dos edifícios é aberta, a Natureza e os edifícios integram-se. A estrutura urbana aproveita as possibilidades do traçado livre.

Nas *regiões áridas e quentes* os muros das casas e dos jardins proporcionam sombra á rua e às zonas de actividade diurna. As casas organizam-se em torno de um pátio interior que por vezes tem um poço refrescante ou fonte. Estes conjuntos agrupam-se lado a lado, conseguindo através do volume gerado, uma maior inércia térmica. Neste caso, a trama urbana defende-se do calor, através duma densa estrutura de ruas muito estreitas que proporcionam sombra (FIG. 2.8).

Nas *regiões quentes e húmidas* os edifícios desenvolvem-se livremente e as casas separam-se para aproveitar o movimento do ar. O contorno urbano adquire assim um carácter mais disperso.

Tal como a forma das plantas, dos animais e respectivas construções, o abrigo humano tem uma forte relação com o seu contexto natural. *“As leis que dominam as suas características são as mesmas que governam a adaptação de organismos minúsculos, tais como as moléculas. Não importa como abordamos esta questão – através de considerações matemáticas, fisiológicas, etc., ou por experiências acumuladas tradicionalmente – a resposta será sempre a mesma: nos lugares onde a natureza é amável, as formas construídas comunicam-se facilmente com o ambiente natural, tentando fundir-se com ele; ao passo que mediante condições adversas, encerram as suas superfícies tentando manter o equilíbrio através da vida no interior”* (Olgyay, 2002:92).

2.3. O IMPACTO DAS FORÇAS FÍSICAS NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES

É um facto conhecido que as forças físicas da Natureza incidem directamente na conformação dos objectos naturais. Como consequência, a concepção da forma é essencialmente a compreensão das forças que lhe deram origem. A forma é a representação diagramática das forças em equilíbrio.

Tal como as plantas, as cidades integram a larga esfera das forças ambientais mais visíveis e as quais estamos mais habituados a estudar. Segundo Norman Carver Jr., existem três grupos de forças determinantes da forma do ambiente construído – físicas, sócio-culturais e psicológicas (1983:27). No urbanismo orgânico, as forças físicas, tais como a gravidade ou curvatura do espaço, a topografia ou geometria do território, a geometria solar e o movimento do ar, são as forças mais directas e as mais óbvias nos seus efeitos, tornando-se por isso as mais mensuráveis - mesmo depois duma cultura desaparecer. As restantes forças são mais subtis nos seus efeitos sobre a forma, especialmente depois de uma cultura desaparecer e portanto mais difíceis de quantificar. Por outro lado, a relativa importância das forças físicas face às demais depende ainda das condições do ambiente natural: *“Debaixo de condições hostis – no Árctico ou no Sara, como exemplos extremos – as forças físicas são as determinantes mais poderosas, enquanto um ambiente benevolente permite uma grande influência cultural na forma”* (Carver, 1983:27).

Na história da cidade, o papel das forças físicas tem sido relegado para segundo plano e em detrimento das forças sócio-culturais, ainda que estas últimas estejam ligadas às primeiras. Num momento em que a integração das forças culturais e das forças ambientais na construção de cidades se encontra em crise, torna-se necessário recuperar as soluções do passado, se não para o aumento da nossa qualidade de vida, pelo menos para nossa sobrevivência.

Assim e tal como já tinha sido referido anteriormente, a relação entre o contexto e a forma que se procura esboçar nesta investigação, têm como pano de fundo, as forças físicas, mais do que qualquer uma das outras.

2.3.1. A gravidade e a curvatura do espaço

A ideia de que o espaço tem ele próprio uma estrutura, que influencia qualquer forma existente, pode parecer estranha uma vez que nós estamos habituados a pensar o espaço como uma espécie de vazio que é a ausência de estrutura. Mas o espaço tem a sua arquitectura própria que influencia a forma das coisas. Qualquer forma, qualquer padrão paga o preço da sua existência por se conformar com a estrutura ditada pelo espaço: *“Nós não conhecíamos o carácter especial do nosso espaço até que Einstein no Século XX nos mostrou que existem outros espaços, e que os padrões e as formas nesses*

espaços diferem dos que nós vemos no nosso. (...) Do que é feito esse espaço e de que forma é que precisamente ele afecta a forma das coisas são questões insistentes da física” (Stevens, 1974:5).

Cada vez mais se assume a ideia de que o espaço tem uma estrutura material real. O espaço não é mais considerado como um vazio ou fundo descrito através de coordenadas. O espaço contrai-se e expande-se, é curvo. Ele é o verdadeiro agente que dá origem a todo o resto do mundo material. Muito resumidamente, o que Einstein afirma na sua teoria é que, a presença de um corpo com massa, altera as propriedades do meio envolvente (FIG. 2.9). Ele descobriu que esse meio envolvente é um espaço e o tempo unidos num só e descreve a gravidade como um encurvamento do espaço-tempo.

Peter Stevens dá-nos uma ideia de como esta característica da curvatura do espaço afecta a forma, quando brincamos com uma plasticina (1974:7). Se a pressionarmos ela expande-se em várias direcções – tal como o espaço à sua volta. Se a pressionarmos por igual, por exemplo, com a palma da mão, obtemos um disco (FIG. 2.10a). Agora, se com a ponta dos dedos, apenas pressionarmos ou achatarmos o centro do disco, verificamos que este cresce mais do que o seu perímetro, tomando naturalmente a forma de uma tigela (FIG. 2.10b). Podemos também esmagar o perímetro do disco de tal forma que este cresce mais rápido do que o centro. A plasticina toma então a forma de uma sela, que emerge tão naturalmente quanto a forma em tigela (FIG. 2.10c).

Assim, a forma que plasticina adquire, depende da zona em que a pressionamos, pelo que podemos enunciar a seguinte regra fundamental: Se ambos, centro e periferia crescem na mesma proporção, o material espalha-se num círculo plano; se o centro cresce mais do que o perímetro, ou o perímetro cresce mais do que o centro, resulta uma forma em tigela ou em sela, respectivamente (Stevens, 1974:7).

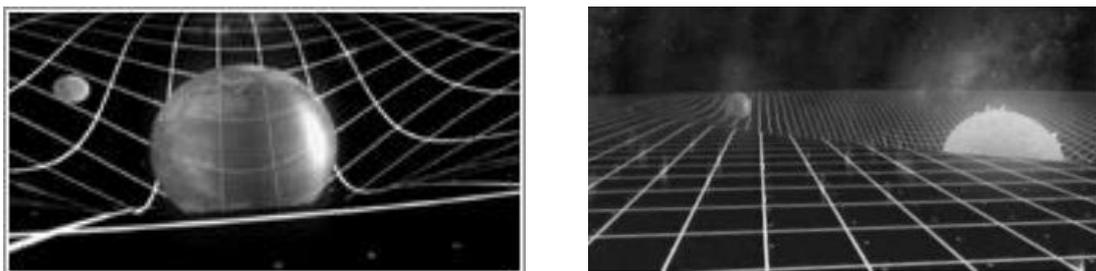


FIG. 2.9 – *A curvatura do espaço*
(in <http://www.pbs.org/wgbh/nova/elegant/program.html>, em 7.07.10)

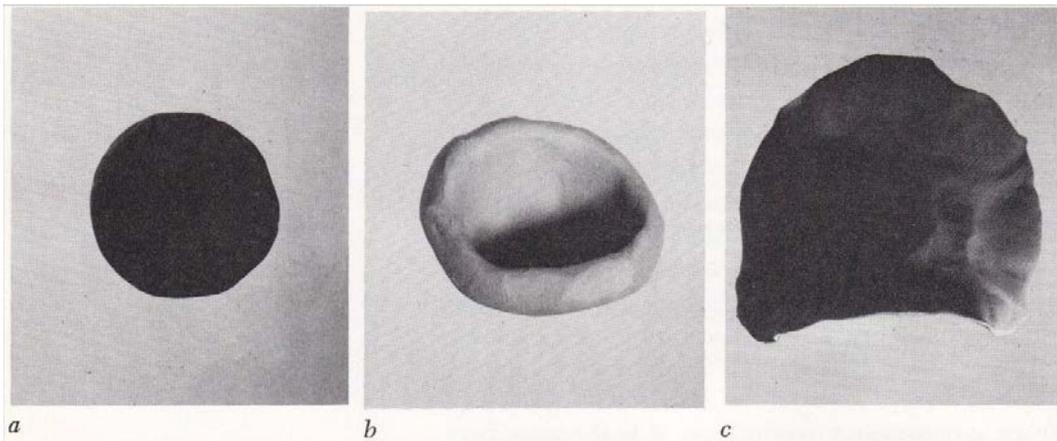


FIG. 2.10 – *A forma recebida pela plasticina depende da zona onde a pressionamos* (in Stevens,1974:8)

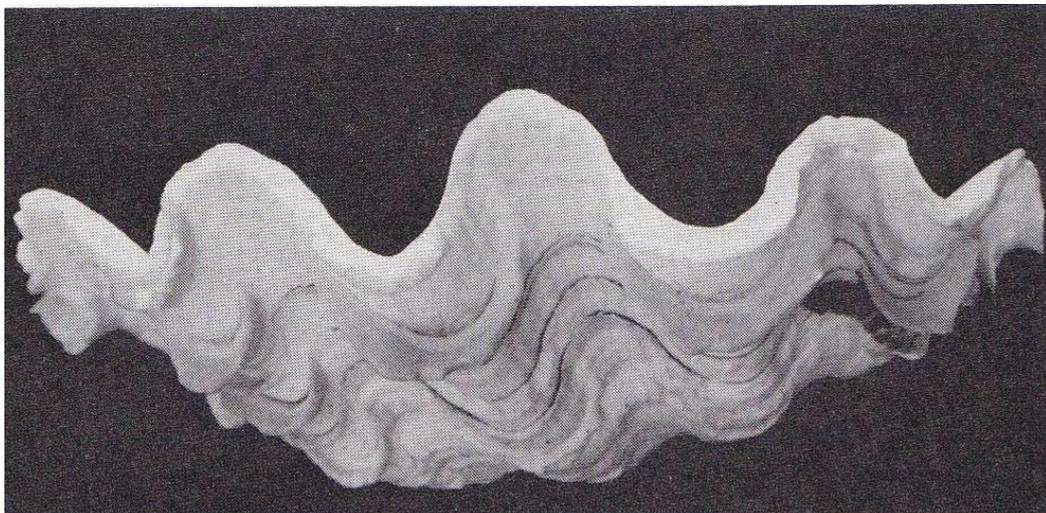


FIG. 2.11 – *Uma concha: exemplo típico da natureza cujo crescimento do perímetro é mais rápido do que o do centro, pelo que a superfície se enrug*a (in Stevens,1974:9).

A razão destas transformações reside na própria natureza do espaço e não tem nada a ver com as nossas intenções para fazer uma forma ou outra. Por mais que queiramos, não há como conseguir fazer uma tigela se continuarmos a pressionar o perímetro, fazendo-o crescer mais do que o centro. Assim são geradas as formas pela Natureza, não por capricho, mas porque a distribuição do material no espaço assim o dita. A forma da concha representada na FIG. 2.11 ilustra bem esta regra: Como o perímetro da concha cresce mais rapidamente do que o centro, o perímetro curva-se e enrug-se sendo impossível dar origem a uma forma em tigela. Uma forma de crescimento similar têm as nossas orelhas. No entanto, não há genes que carreguem estas imagens. Eles apenas permitem ou encorajam o crescimento mais rápido do perímetro do que do centro (Stevens, 1974:8-9).

Agora, se quiséssemos voltar a pôr a plasticina plana, então teríamos, que no caso da cela, pressionar o centro de modo a acompanhar o perímetro e no caso da tigela pressionar o perímetro de modo a este acompanhar o crescimento do centro – é exactamente esta segunda opção que fazemos quando tentamos representar a terra numa superfície plana, ou na realidade qualquer mapa a qualquer escala. Esta característica do espaço, ilustra aliás muito bem, a dificuldade muito antiga em desenhar a terra esférica numa folha de papel plana sem distorcer superfície.

A regra geral é clara: Se os rácios de crescimento ou expansão de duas superfícies são iguais, o material mantém-se esticado. Se os rácios são diferentes, o material encurva-se, de tal modo que a superfície com o crescimento mais lento está por dentro da superfície com crescimento mais rápido.

O que nós vemos nestes exemplos é que o diferencial de crescimento determina a forma ou a curvatura duma superfície. Podemos observar directamente as diferenças no crescimento para as superfícies bidimensionais, porque nós conseguimos ver essas superfícies inseridas num espaço tridimensional. O princípio sobre o qual as diferenças de crescimento produzem curvatura também se aplica ao espaço tridimensional. Mas para ver a curvatura do espaço tridimensional nós teríamos de inseri-lo num espaço a quatro dimensões. Infelizmente, essa visualização está para lá da nossa capacidade de percepção. Só matematicamente a curvatura desse espaço tridimensional pode ser descrita.

Assim e para além das forças físicas mais evidentes, como a estrutura natural do território, o vento ou o sol, que veremos de seguida, a curvatura do espaço ou seja a gravidade é uma força que está sempre presente. É, de certo, a menos visível e no entanto a que mais condiciona o crescimento, quer das formas naturais, quer dos artefactos produzidos pelo homem, entre os quais se destacam neste trabalho as cidades.

2.3.2. A geometria do território

Em directa relação com a gravidade está a estrutura natural do território, ou seja, o conjunto de rasgos morfológicos que resultam tal como as outras formas da Natureza, do constrangimento do espaço.

O território e as suas determinantes naturais têm sido uma referência para a organização das nossas cidades: “*As estruturas produzidas pela actividade humana não*

assentam sobre um território „arente de estruturas“, diríamos sobre uma tábua rasa que não influencia na formação e no processo tipológico das estruturas antrópicas. Pelo contrário, o território tem já a sua estrutura, independentemente da presença do homem: a estrutura natural, que engloba conjuntamente o relevo e a hidrografia de um lugar (montes, vales, vaus e interflúvios, rios, etc., cada um em estreita dependência da presença dos outros), o clima, a pluviosidade, a altimetria, a consistência e a produtividade do solo, etc.; em síntese, o conjunto de rasgos morfológicos e climáticos que determinam cada lugar” (Caniggia et al., 1995:147).

Tal como as restantes estruturas da Natureza, o conjunto de irregularidades da superfície terrestre – o relevo, possui já uma configuração própria, uma geometria que vai influenciar na localização e na forma dos assentamentos humanos. Para além das formas elementares de relevo ou seja o micro-relevo, como sejam uma colina, um promontório, uma garganta, uma baía ou um meandro, existem as formas compostas que designamos por macro-relevo ou relevo estruturante, porque a sua formação tem sobretudo a ver com as forças endógenas que estiveram na origem do processo de formação geomorfológica dos continentes.

Resumidamente, as linhas estruturantes do território, são as *linhas de festo*, também designadas por *cumeada* ou *interflúvio*, que correspondem à linha imaginária, mais ou menos contínua que une os pontos de máxima altitude e divide o escoamento das águas para vertentes opostas. Pelo contrário, as *linhas de talvegue*, unem os pontos de cota mais baixa, efectuando por isso a drenagem natural das águas de montante para jusante (FIG. 2.12).

As linhas de festo, tal como as linhas de talvegue, associam-se em sistemas ramificados hierarquicamente formando os designados sistemas orográfico e hidrográfico. Estes por sua vez organizam-se no território numa forma anatómica. Um é o negativo do outro, nunca se tocando nem se cruzando.

Os pontos onde se ramificam as linhas de festo ou as linhas de talvegue são os *pontos notáveis do território*, habitualmente designados por *centros de distribuição* e por *centros de encontro*, respectivamente.

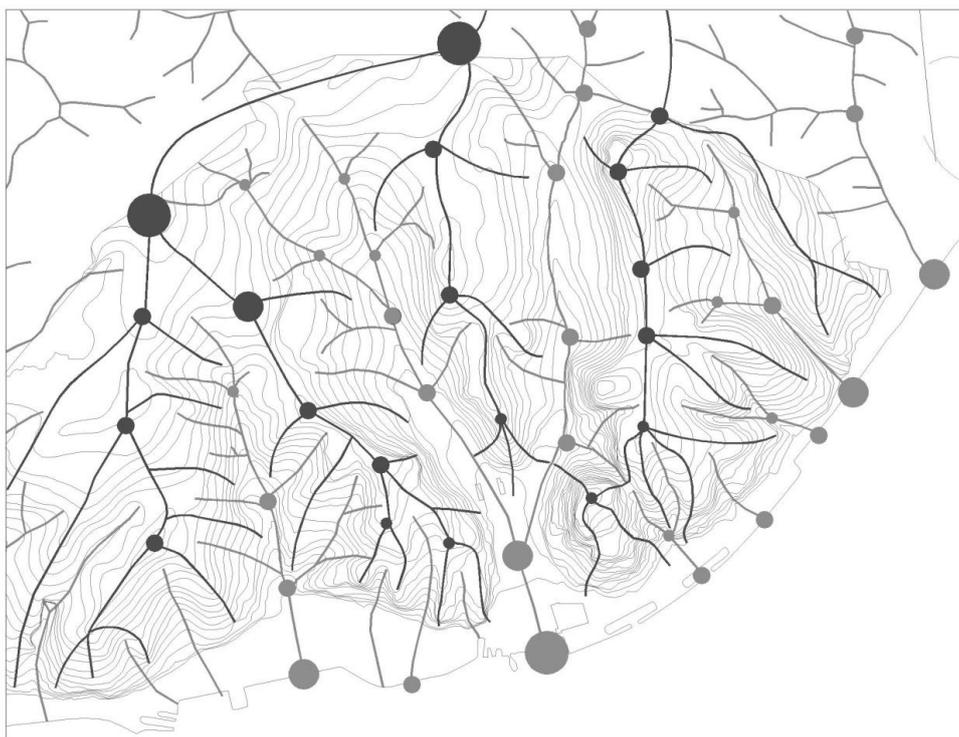


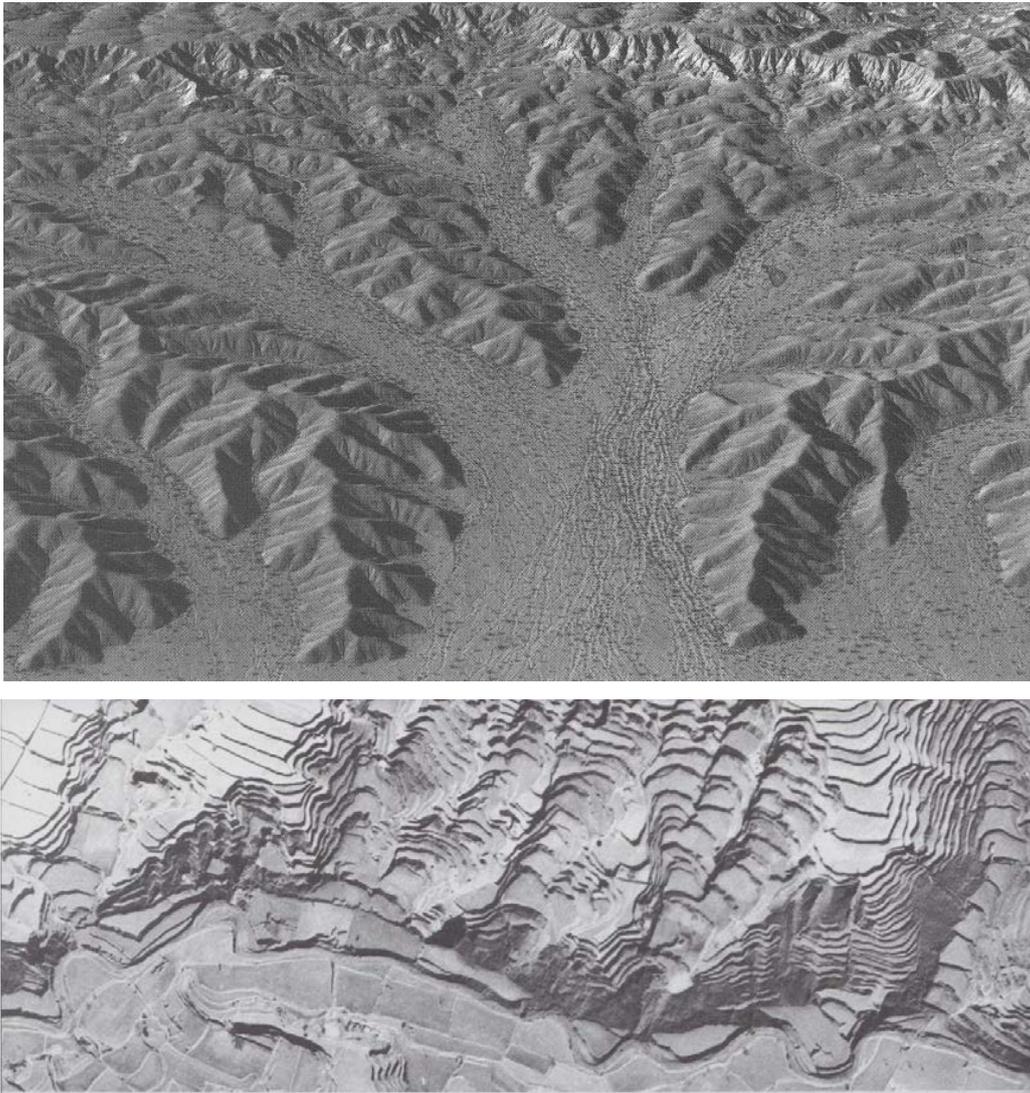
FIG. 2.12 - Linhas e pontos estruturantes do território para a cidade de Lisboa: Festos, talvegues, pontos de distribuição e pontos de encontro (desenho Maria Guerreiro e Vanda Santos).

Podemos ainda considerar um terceiro sistema de linhas do território, que são as *curvas de nível* e portanto paralelas entre si. Estas linhas cortam perpendicularmente os sistemas de festos e de talvegues estabelecendo assim a sua ligação (FIGS. 2.13 e 2.14). Os conjuntos de linhas enunciadas concebem assim o território como um gráfico contínuo, um *tecido* onde linhas de festo e de talvegue constituem a *trama* e as curvas de nível constituem a *teia*.

Estas estruturas, aparentemente irregulares, possuem como tantas outras estruturas da natureza, uma propriedade ou lei fundamental: a sua falta de regularidade não é aleatória. Possuem aquilo que se chama uma geometria fractal, conforme vimos no Capítulo 1 e conforme podemos observar na FIG. 2.15.

A estrutura global do território, é assim constituída por sub-estruturas analógicas numa sequência hierárquica constante, que pode ir desde um continente a um país ou ao pormenor de uma cidade, comparativamente a uma árvore, cujo o tronco principal se subdivide em novos troncos, que por sua vez dão origem a ramos, que se dividem em novos ramos e que suportam as folhas, que por sua vez apresentam uma estrutura de veios com o mesmo motivo.

As redes hidrográficas, são estruturas deste tipo, onde as bacias dos rios principais se dividem em sub-bacias de rios afluentes, que se dividem em sub-sub-bacias de rios sub-afluentes e por aí adiante, numa série de estruturas auto-semelhantes, qualquer que seja a escala de observação. O mesmo acontece com as redes orográficas ou linhas de festo como as que se apresentam na FIG. 2.15. A sucessão de detalhes dá-nos novas imagens auto-semelhantes e com o mesmo grau de irregularidade, qualquer que seja a escala de ampliação.



FIGS. 2.13 e 2.14 – A interpretação orgânica do território. Em cima, onde é bem visível o sistema de agregação das linhas de festo, alternado pelo sistema de talvegues (in Corner, 1999:Viii). Em baixo, declive em terraços na China que estabelecem a ligação entre festos e talvegues através de linhas de igual altitude (in Rodolsky, 2003:28).

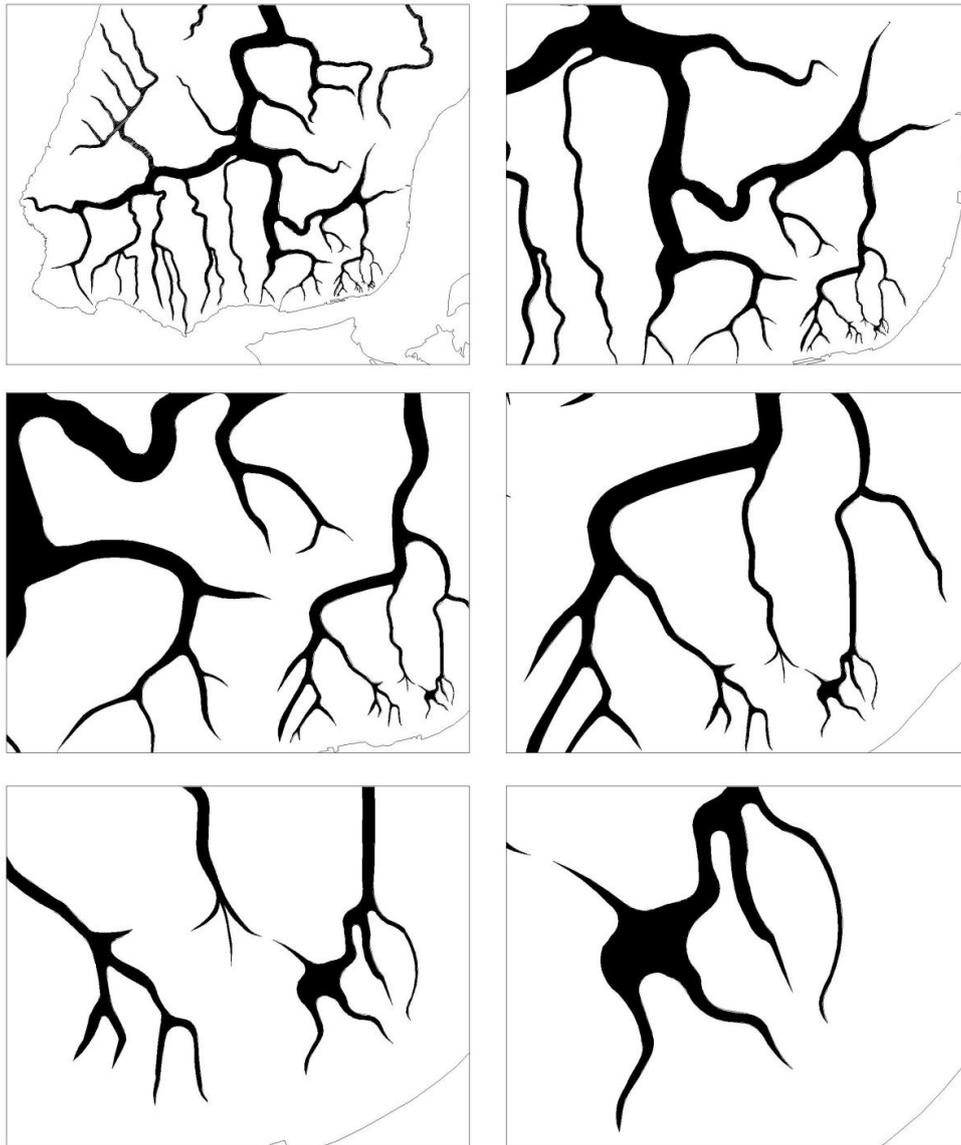


FIG. 2.15 – *As linhas de festo e a estrutura fractal do território da península de Lisboa*
(desenho Maria Guerreiro e Vanda Santos).

Uma característica importante e que importa reter é o facto do estabelecimento espacial dos caminhos se desenvolver de acordo com esta estrutura natural do território, reforçando a sua configuração e geometria própria e que é semelhante para todas as escalas de observação.

Estas linhas que estruturam o território, festos, talvegues ou curvas de nível, representam as linhas onde o esforço para vencer o declive é menor pelo que se tornaram com o tempo as linhas de deslocação por excelência. Por sua vez, o local onde se cruzam estas deslocações tornam-se também lugares centrais por excelência e que correspondem aos designados pontos notáveis do território. Este é um bom exemplo de

adaptação e da relação entre a forma recebida e a forma elaborada. Qualquer assentamento humano espontâneo que tenha como base a «lei do menor esforço» seguirá obrigatoriamente esta geometria, sendo que o seu entendimento formal remeter-se-á para a leitura das linhas e pontos estruturantes do território natural, matriz de ocupação antrópica.

Estas linhas e pontos representam assim forças que comandam o desenvolvimento de estruturas urbanas e territoriais através do estabelecimento de caminhos a várias escalas em estreita dependência com a estrutura natural do território.

Os caminhos são uma directriz para a edificação e são o elemento mais importante na urbanização do território: Desde as principais vias que atravessam um continente, um país, ou uma região, até à ligação que se estabelece entre dois aglomerados ou simplesmente dois edifícios, o caminho é a primeira estrutura criada pelo homem e sobre a qual todas as outras assentam (Guerreiro, 2002:73).

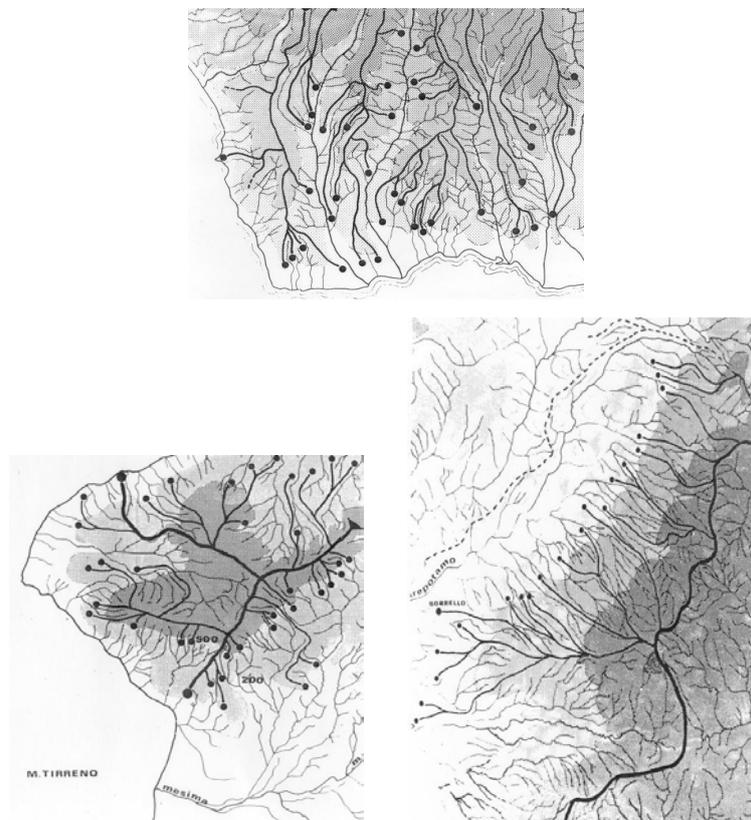


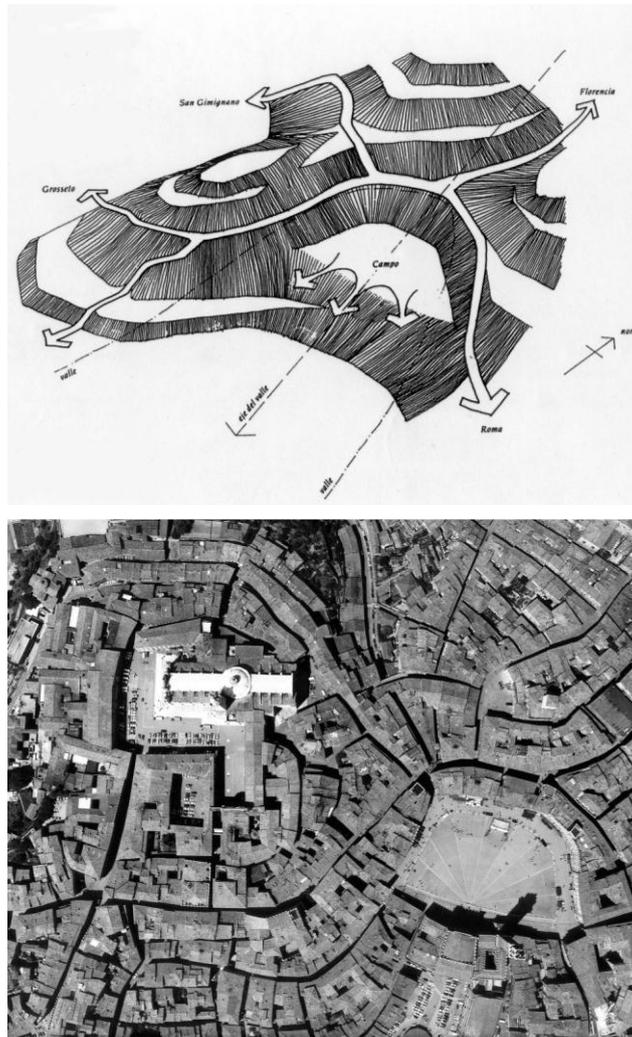
FIG. 2.16 - Sistemas de agregação dos percursos de cumeada; a) em cacho, b) pente duplo e c) pente simples (in Cataldi, 1977:69 – 72).

A lei que governa a construção de caminhos à escala humana, ou seja que envolve o esforço do homem para se deslocar, é portanto, a «lei dos mínimos» que se aplica a tantas outras estruturas da Natureza; percorrer a menor distância, utilizando sempre a menor pendente. Assim, o traçado dos itinerários sobre o terreno, é feito idealmente pelas linhas de fecho ou de talvegue, ou meia encosta e paralelos às curvas de nível, que são as zonas de relevo que garantem a maior continuidade e horizontalidade no percurso. Quando o declive não é muito acentuado ou o encurtamento da distância justifique o esforço de vencer a pendente, os caminhos tomam as mais diversas orientações verificando-se ainda assim o princípio da utilização da menor pendente.

É deste modo que está estruturada a nossa paisagem antiga e em particular as cidades orgânicas. Na construção da paisagem pós industrial e muitas vezes mesmo nas cidades planeadas, este princípio tem sido sistematicamente violado, o que têm dificultado, não só as deslocações pedonais, bem como a relação de simbiose entre a malha urbana e o suporte físico natural.



FIGS. 2.17 e 2.18 – *O estabelecimento de caminhos, a estrutura natural do território e a malha urbana.* Em cima: Vetta, ponto extremo setentrional da Itália (Visintin, 1958:28). Em baixo: Vézelay, França (Kostof, 1991:42).



FIGS. 2.17 e 2.18 – A Praça de Siena em Itália, é um exemplo típico de ocupação dum ponto notável do território ao nível da escala urbana e um exemplo excelente da relação entre forma recebida e forma elaborada. A forma da praça resulta de uma forma topográfica bem definida, neste caso a cabeceira de um vale (in Baker, 1998:116 ; Kostof, 1991: 2).

2.3.3. A geometria solar

Tal como a geometria do território, a geometria solar é muito importante na construção das nossas cidades: “O sol é fundamental para a vida. Ele é a fonte da nossa visão, o nosso aquecimento, a nossa energia, e o ritmo das nossas vidas. Os seus movimentos informam a nossa percepção do tempo e do espaço e a nossa escala no universo” (Knowles, 1999:1). Deste modo assegurar uma boa relação do Sol com o ambiente construído é muito importante para a qualidade das nossas vidas.

Para a compreensão das questões climáticas no urbanismo e na arquitectura é central o entendimento da relação do Sol com a Terra. O Sol é o aspecto mais importante do clima. A própria palavra *clima* significava para os gregos *inclinação dos*

raios solares. O aquecimento depende pois da inclinação dos raios solares e a sua influência varia conforme a latitude e a estação do ano.

A órbita que a Terra forma em volta do Sol não é um círculo, mas sim uma elipse, de tal forma que, a distância entre a Terra e o Sol varia consoante a Terra gira à volta deste. No entanto, não é esta variação que explica as estações do ano.

Os raios solares que atingem a Terra são sempre paralelos ao plano da órbita da Terra, mas não são perpendiculares ao eixo de rotação da Terra sobre si mesma, uma vez que este eixo não é perpendicular ao plano da órbita mas sim inclinado 23.5° . Como a orientação deste eixo se mantém fixa enquanto o Planeta gira à volta do Sol, o ângulo sobre o qual os raios solares atingem a Terra muda constantemente durante o ano. É a inclinação deste eixo que é a causa das estações do ano, tendo as maiores implicações ao nível da distribuição das diferentes quantidades de radiação e da vida no Planeta.

É a inclinação deste eixo que faz com que a duração do dia e a quantidade de radiação solar seja distinta para os hemisférios Norte e Sul bem como as respectivas variações dentro destes. Como o ângulo de incidência dos raios solares varia no globo terrestre haverá diferentes intensidades de radiação. Nas regiões mais próximas do equador, este ângulo tende a aproximar-se da perpendicular ao meio dia, e à medida que se afasta da linha do equador, em direcção aos pólos, os raios solares assumem uma posição mais oblíqua.

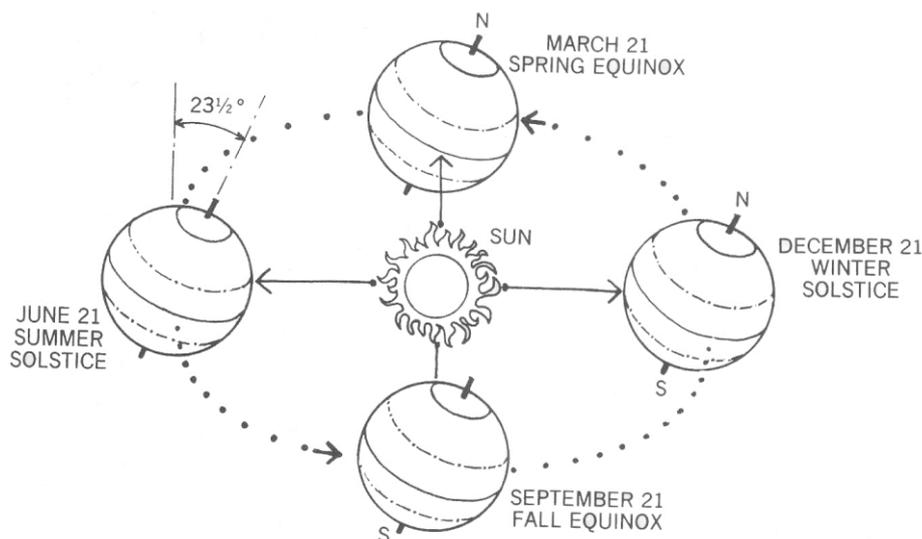


FIG. 2.19 – *A eclíptica: O movimento da terra em torno do sol e a inclinação do seu eixo de rotação (in Lechner, 2001:127)*

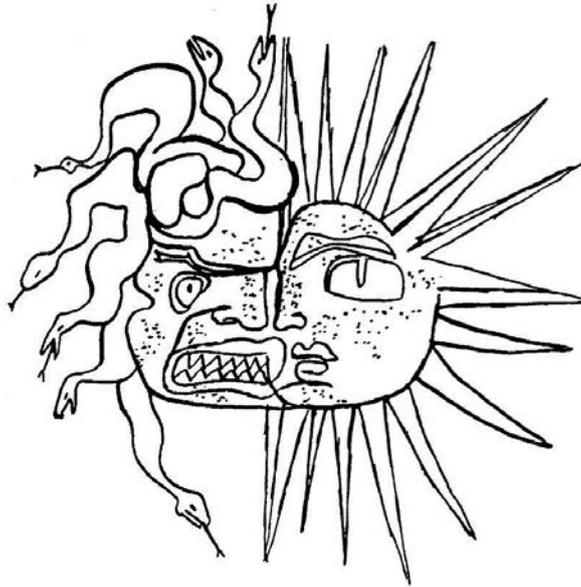


FIG. 2.20 – *Parte do ano o Sol é nosso amigo e na outra parte é nosso inimigo* (Desenho de Le Corbusier in Lechner, 2001:125).

A nossa necessidade de Sol não é constante, mas varia de acordo com as estações do ano. Como podemos ver no desenho de Le Corbusier (e para a nossa latitude), o Sol é metade do ano nosso amigo e a outra metade nosso inimigo (FIG. 2.20). No Inverno, valorizamos o acesso directo aos raios solares. No Verão, preferimos a sombra ou a luz indirecta. As circunstâncias para o conforto variam sazonalmente.

Estas são as variações a que a arquitectura terá de se adaptar, jogando com a escolha do sítio de implantação, orientação, forma, massa, volume, densidade, materiais, vegetação, etc., sempre com o objectivo de melhorar as condições climáticas face às próprias do lugar.

A localização e a orientação são dos aspectos mais relevantes e os primeiros a ter em conta na edificação. São um acto arquitectónico tão relevante como as restantes fases do projecto, sendo que se este for mal conseguido muito dificilmente resolveremos os problemas que daí advêm.

Podemos considerar dois movimentos aparentes do Sol. O movimento anual que tem uma direcção vertical e o movimento diurno que tem uma direcção horizontal. Assim, em qualquer espaço que esteja orientado Este-Oeste é mais notório os efeitos do movimento do Sol anual, o que reforça a nossa experiência das variações sazonais nesse

espaço. Por outro lado, qualquer espaço orientado Norte-Sul reforça a nossa experiência das variações do dia.

Verificam-se os efeitos desta variação, na orientação das ruas, no seguinte exemplo apresentado por Ralph Knowles para Los Angeles na Latitude 34 N, que é aproximadamente a nossa latitude: Durante o Inverno e numa área construída, as ruas com direcção Este-Oeste, permanecem escuras e frias. Por outro lado, as ruas que se estendem Norte-Sul estão iluminadas e aquecidas durante o meio dia, sendo portanto mais agradáveis. Durante o Verão a situação é completamente diferente: Ao contrário do Inverno, os raios de Sol estão mais altos e atingem as ruas Este-Oeste durante quase todo o dia que ficam praticamente sem sombra, tornando-se a situação muito crítica, durante a tarde por causa do sobreaquecimento. Mas as ruas orientadas Norte-Sul têm sombra de manhã e à tarde, excepto num curto período crítico ao meio dia em que o Sol está a pique (Knowles, 1981:20).

Deste modo as ruas Este-Oeste são muito escuras e frias no Inverno e muito quentes no Verão. As ruas Norte-Sul, são confortáveis no Inverno e durante o Verão têm apenas um período crítico bastante curto.

Mas esta situação pode ser optimizada se optar-mos por uma malha com rotação de 45° dos eixos cardinais (FIG. 2.21). Esta malha a que Ralph Knowles designa por malha espanhola, por ter sido introduzida pelos espanhóis na América, tem grandes vantagens sobre a malha anterior, uma vez que no geral melhora as qualidades de luz e de aquecimento das ruas conseguindo assim uma solução mais optimizada na distribuição do Sol e da sombra para o Verão e para o Inverno.

Um bom exemplo desta situação ocorre nas nossas latitudes, como podemos observar nas duas praças representadas na FIG. 2.23. De facto, a Praça do Giraldo, em Évora, rodada 45° dos eixos cardinais apresenta uma melhor relação sombra-sol para os períodos de Inverno e Verão do que a Praça Velha em Castelo Branco, orientada Norte-Sul. A opção por esta orientação das ruas é aliás uma constante nos povoados das regiões do Alentejo interior e do Algarve serra.

Apesar destes conhecimentos sobre a geometria solar, a orientação das ruas quase nunca é considerada como a base do planeamento urbano, muito embora as cidades solares existam desde a antiguidade. O urbanismo grego (conforme podemos observar na FIG. 2.24) é um bom exemplo desta situação. As casas agrupadas em torno

de um pátio interior, muitas vezes limitado por colunas, beneficiam da exposição a Sul, que permite a entrada de Sol no Inverno e o sombreamento de Verão, como consequência da variação da altura dos raios solares entre estas estações do ano (23,5°).

Muitas outras civilizações, como a Norte-Americana e em latitudes propícias usaram os mesmos princípios, de que é exemplo a construção dos povoados de Mesa Verde ou Acoma Pueblo (FIGS. 2.25 e 2.26).

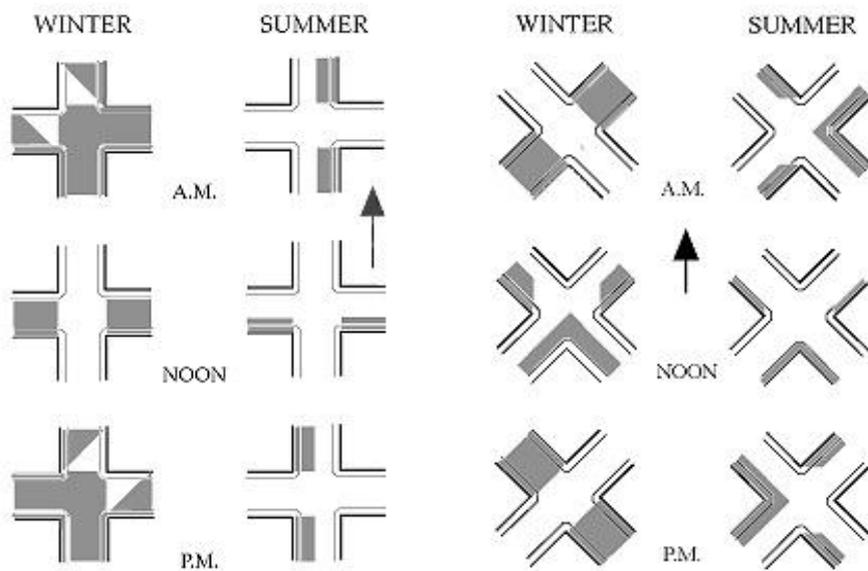
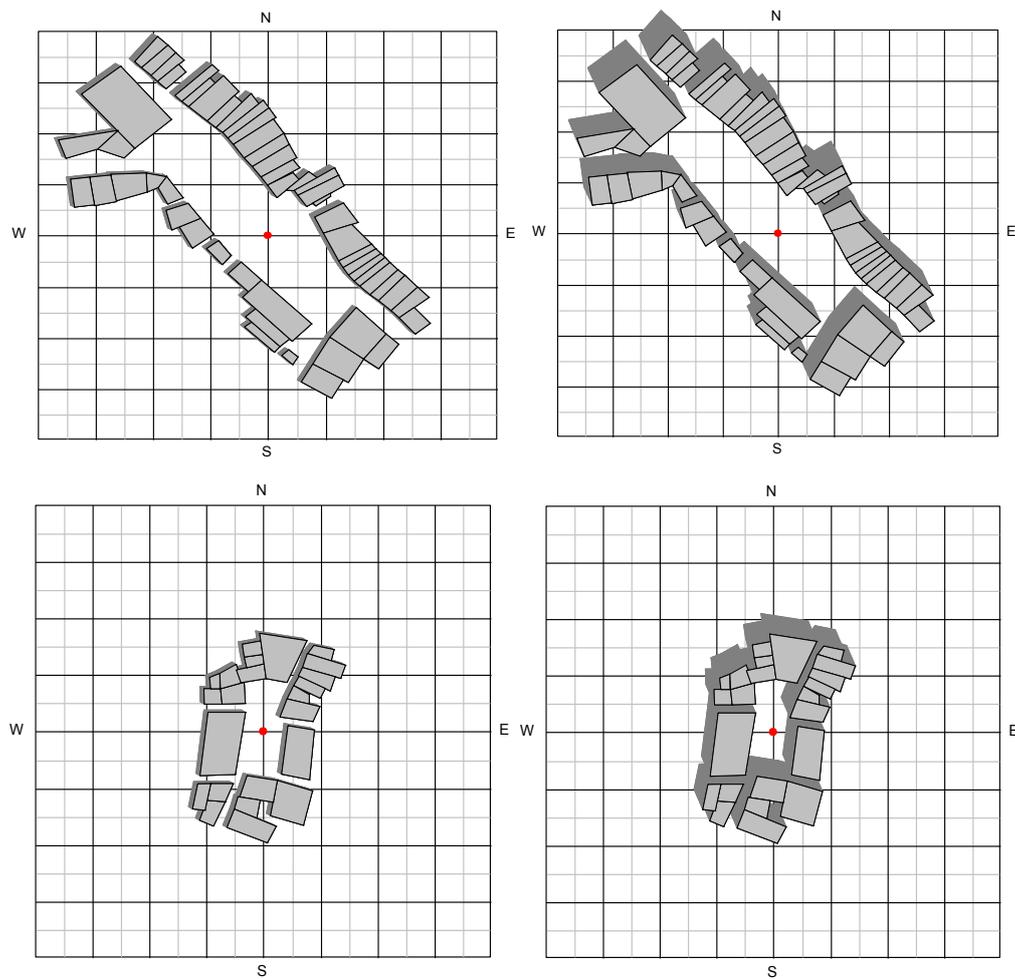


FIG. 2.21 – Malha cardinal e malha espanhola (in Knowles, 1981:20-21)



FIG. 2.22 – Praça do Giraldo em Évora. A entrada dos raios solares no Inverno (Foto Maria Guerreiro)



11 h, 21 Junho, Lat. 38° N

11 h, 21 Dezembro, Lat. 38° N

FIG. 2.23 – *Comportamento da malha urbana face à orientação: Praça do Giraldo, Évora com rotação de 45° face aos eixos cardinais e Praça Velha, Castelo Branco, orientada aos eixos cardinais (Desenhos Maria Guerreiro, software ©2000 RayMan 1.2)*

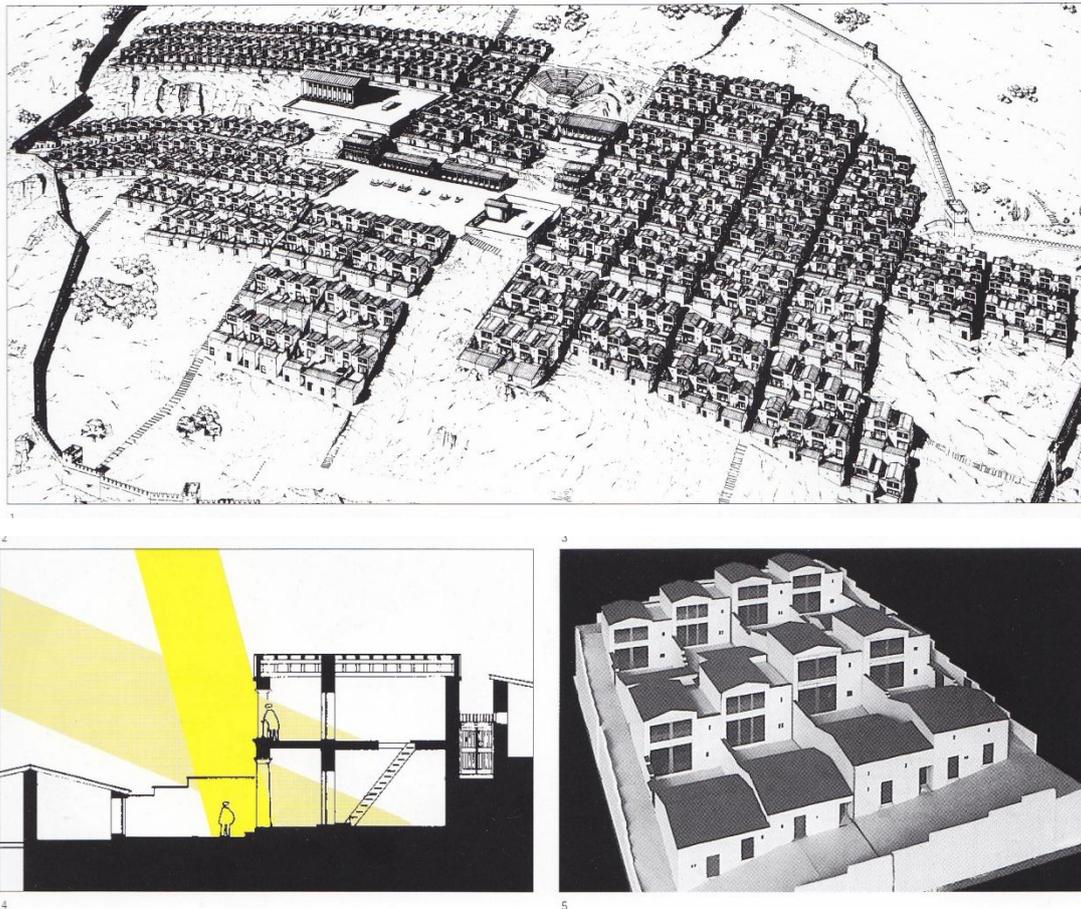
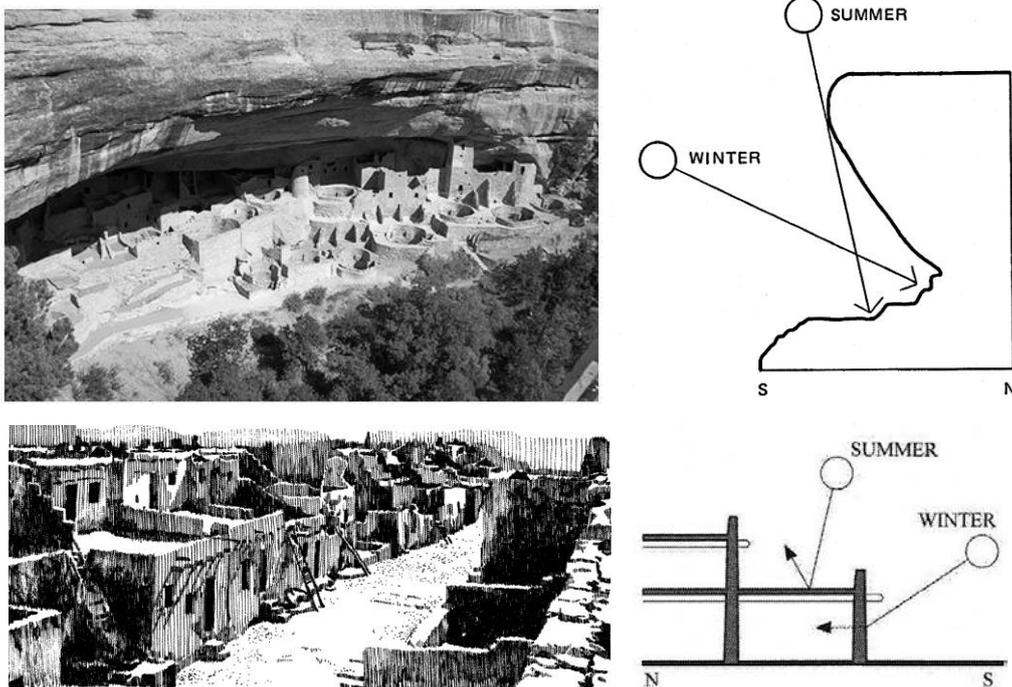


FIG. 2.24 – Urbanismo grego segundo princípios helenísticos e a cidade de Priene situada numa encosta virada a sul na costa ocidental da Ásia Menor no Séc. IV A.C.. Escavações recentes revelaram que quase todos os edifícios eram muito similares e seguiam os princípios do urbanismo solar (in Behling, 2002:86)



FIGS. 2.25 e 2.26 – Exemplos históricos da consciência solar na arquitetura e no urbanismo. Em cima, Mesa Verde no precipício de Anasazi – América no Norte (1220 d. C) que albergava 250 pessoas e que aproveitava as correntes de ar ascendentes por convecção térmica dos precipícios. Em baixo, Acoma Pueblo, casas em terraço concebidas para absorver os raios solares mais baixos do inverno e proteger-se dos raios mais altos durante o verão (Desenhos in Knowles, 2006:128; Foto Fangars in <http://www.flickr.com/photos> em 20.07.10).

2.3.4. O movimento do ar

Tal como o Sol, o movimento do ar tem também grande influência nas condições climáticas e conseqüentemente é uma força física de grande impacto para a construção das cidades. Também ele é, simultaneamente, nosso amigo e nosso inimigo, quer dizer, o seu efeito pode ser positivo ou negativo. A morfologia urbana pode tirar partido dos efeitos positivos do movimento do ar, como é o caso das brisas marinhas que refrescam a terra quente ou diminuir o impacto dos ventos indesejáveis como é o caso das nortadas ou do vento quente do deserto, que no nosso país designamos por *suão*.

Para efeitos do planeamento urbano, as informações recolhidas nas rosas-dos-ventos ou nos quadros de vento obtidos normalmente nas estações dos aeroportos, não são suficientes, porque apresentam quase sempre padrões de movimento do ar muito diferentes daqueles que efectivamente acontecem nos sítios que estamos a analisar.

Segundo G. Brow e M. Dekay, os padrões de deslocação do ar para um sítio particular e o modo como este interage com as formas naturais e construídas, podem ser

conhecidos em relação aos dados mais gerais, utilizando três princípios básicos que governam o movimento do ar (Dekay et al., 2001:17).

O primeiro princípio diz-nos que, enquanto resultado da fricção, *a velocidade do vento é mais baixa junto à superfície do solo*, do que mais alto na Atmosfera onde circula livremente. A redução da velocidade do vento é função da rugosidade do solo, de tal modo que ela varia consoante o tipo de ocupação. Os ventos medidos em cada sítio e junto ao solo têm frequentemente velocidades mais baixas do que as obtidas nas torres dos aeroportos. Da mesma forma, os sítios ou edifícios a altitudes mais altas podem ter velocidades superiores.

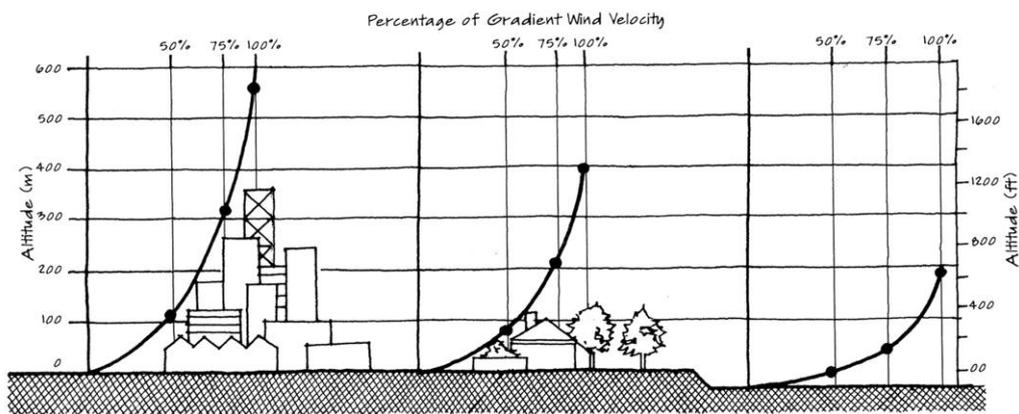


FIG. 2.27 – Efeito da rugosidade do solo na velocidade do vento (in Dekay, 2001:17).

O segundo princípio diz-nos que, enquanto resultado da inércia, *o ar tende a mover-se na mesma direcção quando encontra uma obstrução*. Assim, o ar flui à volta dos objectos, da mesma forma que a água dum cascata escorre à volta das rochas, para depois retomar a mesma direcção.

Finalmente, o terceiro princípio salienta que, *o ar movimenta-se das altas pressões para as baixas pressões*; O ar movimenta-se a todos os instantes, basta para isso uma ligeira alteração da temperatura ou da pressão. O peso do ar – denominado pressão – actua no sentido vertical. Na Atmosfera, nas regiões mais altas e portanto mais frias, o ar fica mais denso e produz as maiores pressões, enquanto nas regiões mais baixas e portanto mais quentes observam-se vulgarmente as baixas pressões. Destas diferenças de pressão em diversos pontos da atmosfera resulta que o ar se desloca dos pontos de maior pressão para os de menor pressão, procurando estabelecer o equilíbrio.

Ao mesmo tempo que isso acontece, também se produz a circulação horizontal. À medida que as camadas inferiores sobem e as camadas superiores se abaixam, as camadas das regiões frias são arrastadas para as regiões mais quentes dando origem ao vento.

As brisas marinhas e terrestres são um bom exemplo do movimento do ar que se estabelece devido a este diferencial de pressão ou temperatura entre o mar e a terra, durante o noite e no sentido inverso durante o dia (FIG. 2.29).

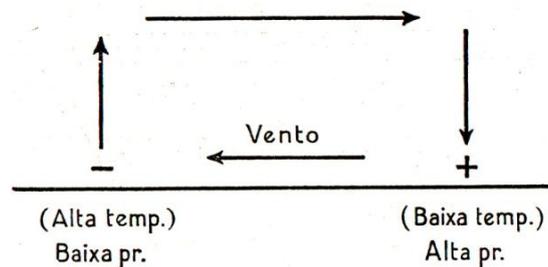


FIG. 2.28 – O vento sopra das regiões de alta pressão para as de baixa pressão (Loureiro et al., 1962:69)

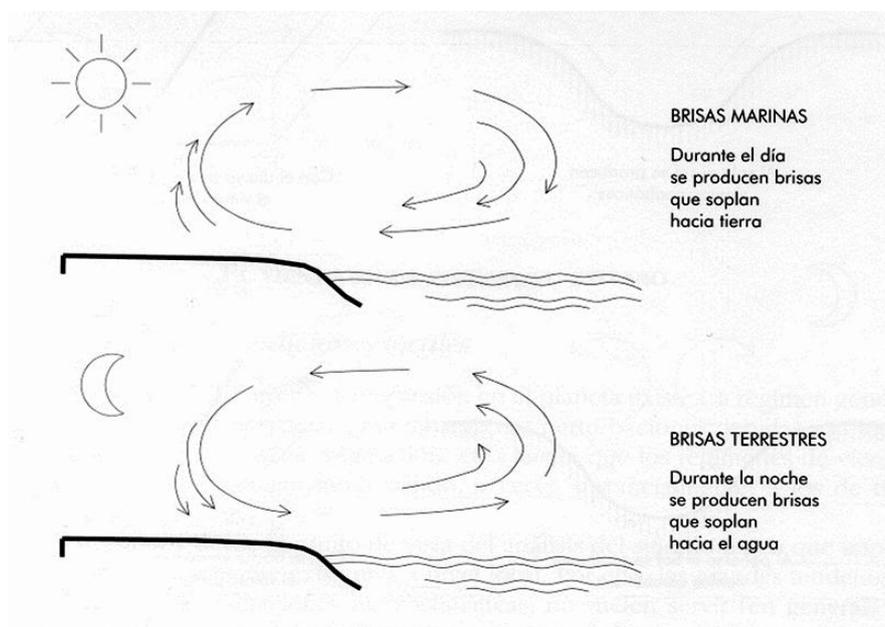


FIG. 2.29 – Brisas marinhas e brisas terrestres (Tojo, 1998:126).

Estes princípios são bem visíveis nas FIGS. 2.30 e 2.31, que representam o comportamento de malhas urbanas orgânicas adaptadas ao contexto face aos efeitos benéficos ou maléficos do movimento do ar.

Assim e no povoado do norte de África (FIG. 2.30), ao mesmo tempo que a malha urbana se abre às brisas do mar para refrescar as suas ruas, esta também se encerra aos ventos quentes do deserto. A situação contrária acontece num povoado de pescadores no litoral central português (FIG. 2.31). Para minimizar os efeitos dos ventos marítimos do atlântico que trazem consigo as areias que se acumulam junto às casas, estas eram construídas à sombra da duna e sobre palafitas levando portanto em conta, o princípio da inércia, ou seja, o de que o ar tende a mover-se na mesma direcção quando encontra uma obstrução. A construção em palafitas que permite o equilíbrio dinâmico da duna é um aspecto construtivo muito importante no funcionamento ecológico destes povoados já desaparecidos mas que continuam a encantar muitos investigadores.

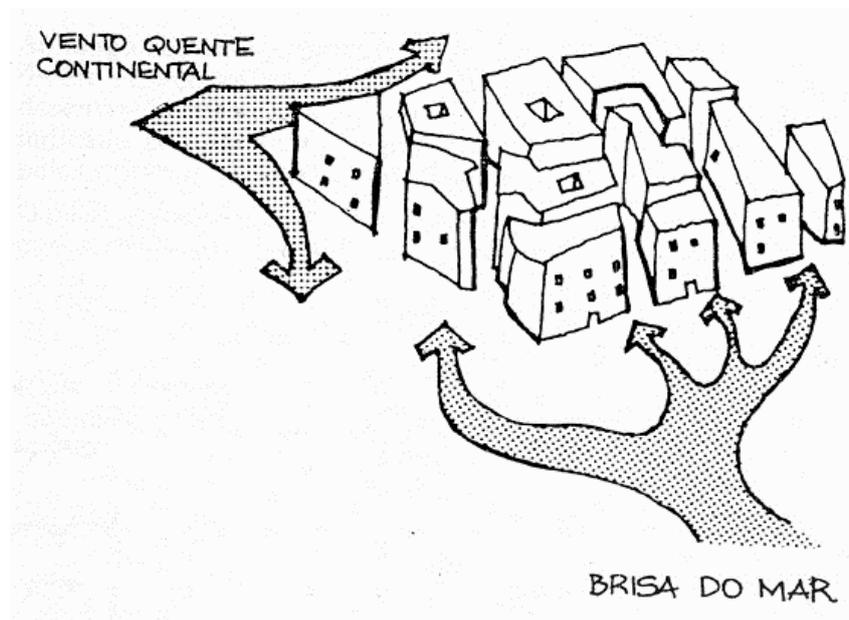


FIG. 2.30 – Esquema dum povoado no Norte de África (in Romero, 2001:64)

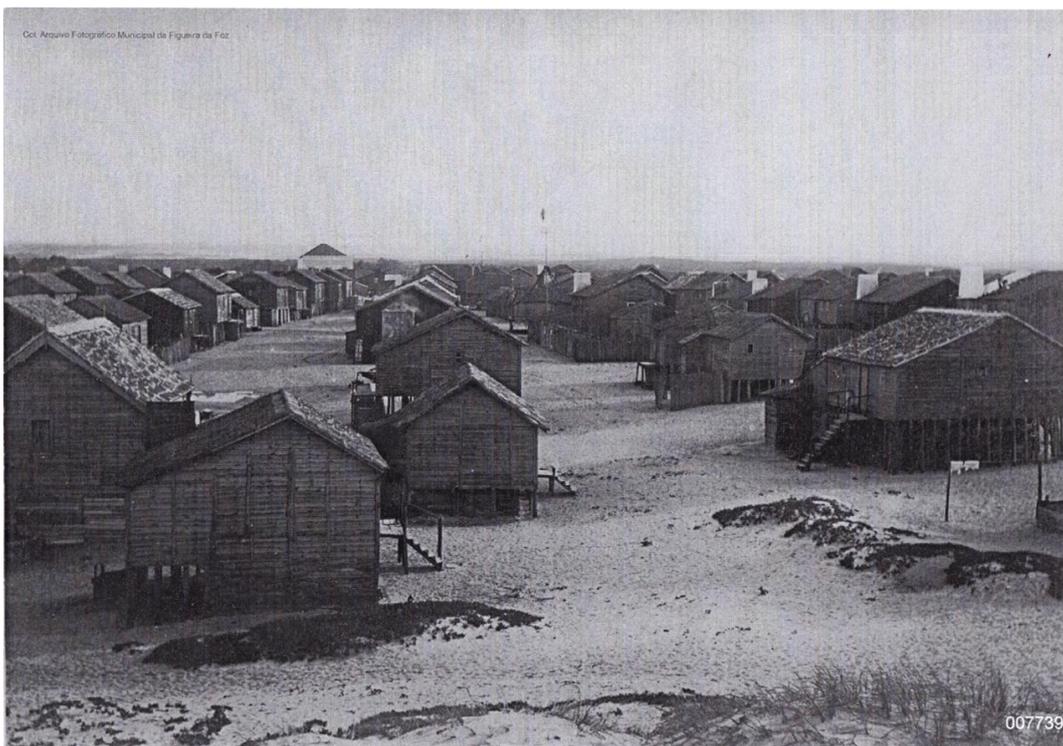


FIG. 2.31 – Cova, Figueira da Foz, Portugal, uma vez chamada de “cidade das estacas” é um perfeito exemplo de um aglomerado que traduz a força física do vento na sua construção (in Arquivo Fotográfico Municipal Figueira da Foz, nº 7739).

2.4. URBANISMO ECOLÓGICO E A VISÃO HOLISTA DO MUNDO

Qualquer visão holística do mundo chegará facilmente à conclusão que quanto mais “desenvolvida” for a nossa sociedade, mais dependemos da Natureza. Compreender os mecanismos naturais e agir em simbiose, parece portanto ser a única saída se o nosso objectivo como espécie é sobreviver. E se o nosso objectivo for esse, então a adaptação é fundamental.

A forma adoptada ou recebida na Natureza é pois e sempre a forma óptima. Do mesmo modo que as formas da natureza que sobrevivem, são as formas mais bem adaptadas e adequadas a cada contexto, também devemos considerar os artefactos adequados, aqueles que estão adaptados não só à função que desempenham, mas também ao meio ambiente. O sucesso das nossas cidades dependerá portanto da sua resposta aos meios naturais ou seja, da sua adaptação e ecologia.

A preocupação pela forma não é exclusiva do ser humano pelo que se encontra presente em todos os processos físicos e biológicos desde o começo dos tempos. Neste

sentido, o homem participa exactamente no mesmo tipo de actividade que a abelha ou o coral. Está sujeito às mesmas forças físicas, às mesmas provas de sobrevivência e de evolução, aos mesmos constrangimentos do espaço – a forma é uma questão central e inseparável da vida e pode manifestar-se como adequada ou inadequada para cada contexto. Como nos diz McHarg, não parece estar suficientemente justificado mudar estes critérios para nos referirmos às adaptações humanas: “*É essencial portanto entender, a cidade como uma forma derivada em primeiro lugar da evolução geológica e biológica, que existe como um somatório de processos naturais e que foi adaptada pelo homem. (...) Algumas adaptações são boas e perduram, outras não. Aquelas que têm perdurado entram no inventário dos valores, outras sucumbiram como adaptações desafortunadas*” (2000:175).

O urbanismo ecológico, como é o caso do urbanismo orgânico é pois aquele cuja expressão é o resultado da adaptação ao ambiente natural e aos constrangimentos do espaço. É a convicção e a exploração da ideia de que a forma urbana não é aquilo que queremos que ela seja, mas sim aquilo que ela pode ser, face às forças a que está sujeita. O *desenho regional* e o *desenho ecológico* são facetas do urbanismo actual que exprimem esta dimensão holística ou de relação com o ambiente, dando origem a intervenções que estão de acordo com o lugar envolvendo as características naturais como o clima e a topografia, a vegetação, os materiais de construção e as práticas construtivas. É pois a convicção de que a natureza é um bom modelo para o projecto, porque ela contém a chave da vitalidade e da sustentabilidade. Os projectistas podem apreender a incrível sofisticação dos sistemas biológicos e ecológicos. É pois a convicção que a ordem mais significativa deve ser encontrada na própria Natureza

2ª Parte

URBANISMO ORGÂNICO E AS GEOMETRIAS DA NATUREZA: PADRÕES E PROPRIEDADES EMERGENTES

“... a brilliant inventor and designer himself, Leonardo always thought that nature's ingenuity was vastly superior to human design. He felt that we would be wise to respect nature and learn from her. It is an attitude that has reemerged today in the practice of ecological design”

FRITJOF CAPRA

Capítulo 3

PADRÕES BÁSICOS E FORMAS DE CRESCIMENTO

“As leis da Natureza são as mesmas em todo o lado”

CARL SAGAN

3.1. INTRODUÇÃO: OS PADRÕES DA NATUREZA

“Se vivêssemos num planeta onde nada mudasse, pouco teríamos que fazer. Não haveria nada a compreender. Não haveria necessidade de ciência. E se vivêssemos num mundo imprevisível, onde as coisas mudassem ao acaso ou de forma muito complexa, não teríamos possibilidade de esclarece-las. E, uma vez mais não haveria ciência. Mas vivemos num universo intermédio, onde as coisas mudam, de facto, mas segundo padrões, regras, ou como nós lhe chamamos, leis da natureza. (...) E por isso é possível compreender as coisas. Podemos desenvolver a ciência e, com ela, melhorar as nossas vidas” (Sagan, 1984:60).

Acontece que essas regras e padrões, conforme investigou Peter Stevens, são peculiarmente restritas. A imensa variedade criada pela Natureza emerge da organização e reorganização de apenas alguns princípios formais básicos. Essa limitação da natureza traz segundo o autor, harmonia e beleza ao mundo natural (Stevens, 1974:3).

Assim, entre as formas preferidas pela Natureza, que aparecem nos mais diversos contextos, temos as *espirais*, os *meandros* e as *explosões* bem como as *ramificações* e as *junções de 120°* (estruturas hexagonais). As razões porque isto acontece devem-se às limitações do espaço tridimensional, à necessária relação entre o tamanho e a forma das coisas, à tendência para a simplicidade e para o equilíbrio, bem como a prevalência da lei dos mínimos.

Examinando as propriedades geométricas de padrões quase regulares conseguiremos perceber melhor as preferências da Natureza por determinadas formas. Podemos ainda compreender, porque é que certas coisas se parece tanto com outras, dum contexto e escala completamente diferente, como é o caso da forma da nossa galáxia e a casca dum caracol. Porque é que coisas tão distintas, apresentam então o mesmo padrão, uma espiral logarítmica?

Como vimos no Capítulo 2, as formas naturais evoluem sempre para a situação mais adaptada. Este é um princípio fundamental da teoria da evolução das espécies sublinhado por Charles Darwin. O ambiente selecciona as variedades que estão mais bem adaptadas e a mínima vantagem de uma espécie sobre a outra, é suficiente para a sua selecção (Sagan, 1984:39-40).

Segundo Peter Stevens, podemos aceitar o princípio de que as formas existentes na Natureza tendem para a configuração que precisa de menos energia, o que significa dizer, a que melhor se ajusta ao contexto exterior, a mais bem adaptada e conseqüentemente aquela com maior probabilidade de existir – tendo em conta todas as outras possibilidades (1974:37).

Sendo os padrões acima enunciados tão abundantes, podemos então concluir que estas configurações são as mais bem adaptadas a cada contexto. No entanto, elas não se apresentam na Natureza de uma forma tão regular, como as que aqui se apresentam numa forma abstracta. As formas puras não existem na Natureza: As linhas rectas, os triângulos, os rectângulos ou os círculos perfeitos são simplificações introduzidas pelo homem para introduzir ordem no universo. *“Na natureza, contudo as condições nunca são inteiramente simples e toda a forma elementar ou isolada está incorporada num sistema maior que por sua vez opera dentro de sistemas ainda maiores. De certo modo, então, uma parte depende do todo – da totalidade de todos os sistemas – e nunca se ajusta a um padrão facilmente definido. (...) a natureza nunca se conforma exactamente aos nossos modelos mais simples; ela introduz modificações ditadas pela sua resposta lícita à multiplicidade de solicitações”* (Stevens, 1974:38).

Antes de apresentar exemplos detalhados de cada um destes padrões bem como o modo como a cidade orgânica os desenvolve convém mostrar as principais diferenças geométricas entre eles e as suas vantagens relativas. A FIG. 3.1 mostra como uma cadeia de pontos equidistantes, cada um rodeado por seis pontos de uma forma regular, pode ser ligada ao ponto central numa forma mais ou menos directa, sendo que quaisquer dois pontos se ligam apenas através dum único caminho. Este exercício pressupõe a existência de uma propriedade das formas da Natureza, que é o crescimento a partir dum centro, que irradia directa ou indirectamente desse centro para alcançar (alimentar) cada um dos pontos periféricos, ou seja, toda a área da forma. No Capítulo 4, discutiremos com mais detalhe esta propriedade, a que Christopher Alexander chamou de *“Centros Fortes”*. Por agora verifiquemos apenas que as diferentes formas de cumprir estes requerimentos correspondem aos três padrões enunciados: espirais, meandros ou explosões, que têm diferentes atributos geométricos.

Assim, podemos dizer que a espiral é muito uniforme e regular. A linha que liga os pontos preenche perfeitamente o espaço até ao infinito e com muita economia –

comprimento curto. No entanto, a média da distância dum ponto ao centro é muito grande, o que significa que este é um padrão muito indirecto. Já o meandro é pouco uniforme – menos regular, mais caótico. Apesar disso, tal como a espiral, ele cobre bem o espaço bidimensional e tem pouco comprimento, mas também não é directo. A explosão é uniforme, uma vez que mantém ângulos constantes entre os raios. Contudo ao contrário da espiral e do meandro este padrão não consegue preencher tão bem o espaço - é muito mais denso junto ao centro. Por outro lado, a soma dos seus raios constituintes é muito elevada – comprimento longo, apesar das suas ligações serem o mais directas possível entre cada ponto e o centro.

Assim, podemos concluir que, a explosão necessita de muito mais comprimento de linha, mas é mais directa do que os dois primeiros padrões. Ela usa um maior comprimento de linha para conectar os pontos, no entanto, faz ligações mais directas com o centro. Podemos concluir também que, espirais e explosões representam dois padrões extremos. A espiral tem o menor comprimento de linha mas liga os pontos de uma forma muito tortuosa, pelo que não é claramente uma forma adequada para uma árvore, que precisa de transportar nutrientes do tronco central para as folhas e para os frutos através dum caminho mais ou menos directo. Pelo contrário, o padrão explosão tem percursos muito mais directos entre o centro e os pontos exteriores, mas o total das distâncias é enorme não sendo por isso também uma forma adequada para uma árvore: *“uma árvore não pode suster cada uma das suas folhas através dum ramo separado”* (Stevens, 1974:41), esta seria uma forma pouco económica, nada característica da natureza.

As ramificações apresentadas na FIG. 3.2, que são variações do padrão explosão são uma forma de compromisso entre o percurso único da espiral e os múltiplos percursos da explosão. Mesmo sendo pouco uniformes, e portanto apresentando grande variedade elas preenchem bem o espaço. Elas obtêm um comprimento total curto, igual ao da espiral, apenas com alguma tortuosidade dos percursos. Vistas como um todo, elas são o óptimo, o mais económico, conjugando o melhor dos dois mundos: menor distância e maior direcção.

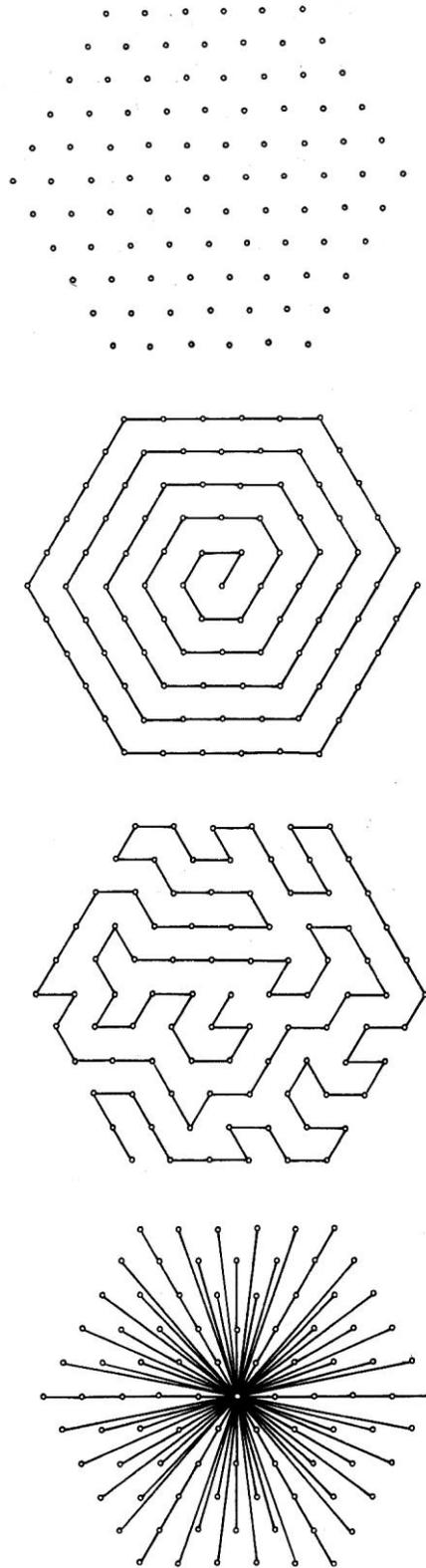


FIG. 3.1 - Padrões básicos da Natureza; espirais, meandros e explosões (in Stevens, 1974:38-39)

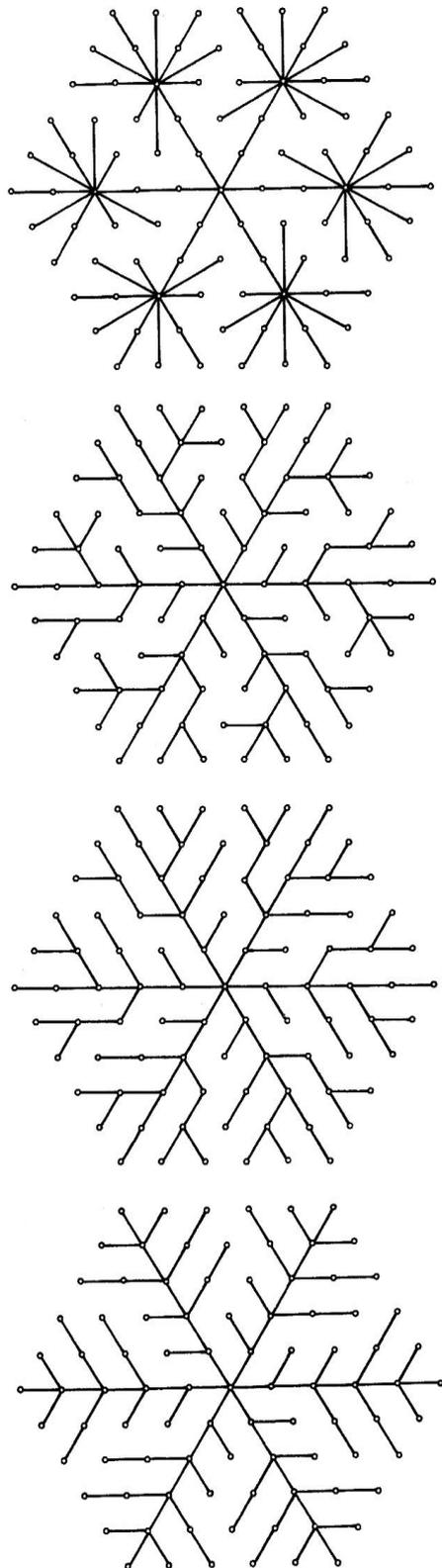


FIG. 3.2 - Padrões básicos da Natureza; exemplos de ramificações (in Stevens, 1974:39)

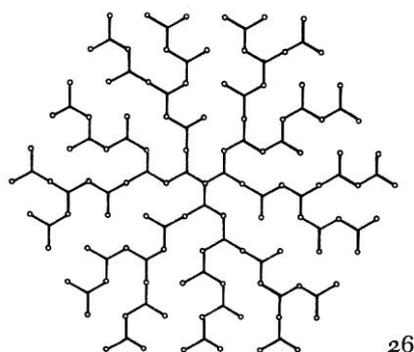


FIG. 3.3 - Padrões básicos da Natureza; ramificações com junções de 120° ou estruturas hexagonais
(in Stevens, 1974:41)

Finalmente, a FIG. 3.3 representa uma forma de ramificação muito especial, que para além de ser muito uniforme e preencher bem o espaço, tem um comprimento global menor do que qualquer padrão apresentado, embora seja menos directa do que a explosão ou que as outras formas de ramificação. O padrão caracteriza-se por uma forma de ramificação cujo ângulo das junções mede 120° que caracteriza muitas estruturas hexagonais que encontramos na natureza.

Não existe no entanto um padrão mais otimizado do que outro. Geometrias diferentes têm diferentes vantagens espaciais e por isso podem ser adoptados pelas diferentes formas naturais.

Ao considerar a cidade como um organismo, é natural que estes padrões também se verifiquem. Apresento de seguida ocorrências destes padrões, na Natureza em geral e nas cidades orgânicas em particular. Veremos como a emergência de certos padrões traz certos benefícios e eficiências, no que respeita ao tamanho do sistema ou na adaptação aos diferentes contextos. Veremos ainda como estes padrões podem aparecer conjugados, se isso for de alguma forma mais vantajoso.

3.2. ESPIRAIS

A espiral é uma das formas mais expressivas que habitualmente se encontram na natureza. Elas formam padrões requintados e são muitas vezes a unidade elementar de construção de coisas maiores. São muito variadas as formas da natureza que nos aparecem com este padrão. Enrolando sobre si próprias, as espirais criam uma certa enclausura espacial, um ambiente abrigado e protegido.

No universo, do infinitamente grande ao infinitamente pequeno, a espiral aparece em todo o lado. É a forma típica de muitas galáxias, incluindo aquela em que vivemos, a Via Láctea. É a forma das nossas impressões digitais ou da hélice do ADN de que somos constituídos. É também a forma preferida de muitas conchas, das folhas e das flores, das ondas do mar ou das tempestades, numa enumeração sem fim. A sua forma equilibrada deriva do seu movimento constante, mas que aos nossos olhos pode parecer estática ou dinâmica, dependendo da velocidade desse movimento.

A espiral é uma das formas que mais tem fascinado o ser humano desde tempos ancestrais: Consta, que ela tenha sido o primeiro símbolo desenhado na terra para representar o Sol e a eternidade. Na arquitectura, foi também muito usada em edifícios de culto e quase sempre associada a um percurso simbólico.

Convém distinguir dois tipos de espiral: A espiral de Arquimedes, que é aquela que cresce sempre com a mesma largura entre voltas (FIG. 3.9) e a espiral logarítmica, que é aquela cuja distância entre cada volta, aumenta à medida que a forma vai crescendo, como é o caso da casca do *Nautilus* (FIG. 3.5). E dentro das espirais logarítmicas esta é uma forma muito especial, designada por *espiral de ouro*. É uma forma mística, porque existe tanto na matemática abstracta, como na natureza caótica. Derivada do rectângulo de ouro, foi primeiro descoberta por Pitágoras cinco séculos A.C. e forma-se quando se conecta a curva através das esquinas dos rectângulos concêntricos.



FIG. 3.4 – *Sistema de Baixa Pressão sobre a Islândia* (Jacques Desclotres, NASA 2003 in http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=6204 em 1.08.10)

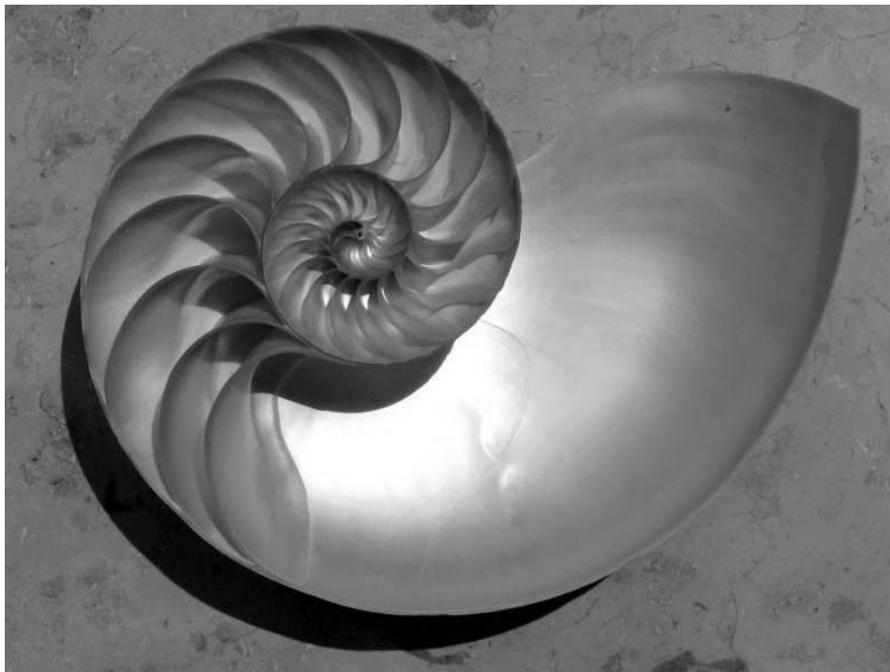


FIG. 3.5 - *Espiral de ouro: Corte da casca de Nautilus*
(<http://en.wikipedia.org/wiki/File:NautilusCutawayLogarithmicSpiral.jpg> em 1.08.10)



FIG. 3.6 - *Espirais em simetria de reflexão* (in Stevens, 1974:88)

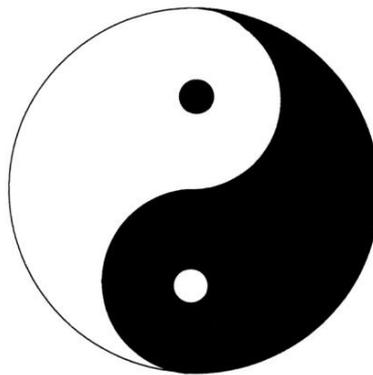


FIG. 3.7 - *Símbolo chinês ying e yang: Espirais em simetria rotacional*
(in <http://uyenvu.com/wpcontent/uploads/2009/03/ying-yang.jpg> em 10.07.10)

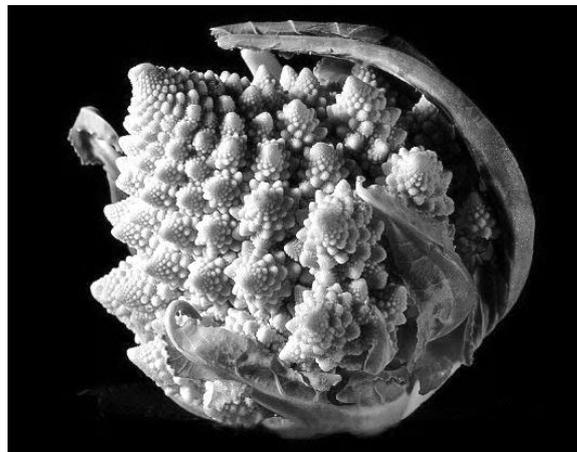


FIG. 3.8 - *Associação de espirais e a geometria fractal do brócolis romanesco*
(in http://en.wikipedia.org/wiki/File:Fractal_Broccoli.jpg em 2.08.10)

É muito frequente, as espirais aparecerem aos pares alcançando o equilíbrio através da simetria. Simetria essa que não é necessariamente de reflexão, como os chifres de alguns animais ou as folhas de certas plantas (FIG. 3.6). A simetria pode ser rotacional alcançando assim um equilíbrio mais perfeito, como procura expressar o famoso símbolo chinês *ying* e *yang* (FIG. 3.7). Também as tempestades na Terra espiralam em sentidos contrários acima e abaixo da linha do equador.

Mas nem todas as espirais vêm aos pares. Podemos perceber-las numa associação fractal, de que é exemplo o *brócolis romanesco* (FIG. 3.8). E em todos estes exemplos a superfície mais longa envolve a mais pequena. Como vimos na lição sobre a curvatura do espaço (Capítulo 2), as formas encaracolam de tal modo, que o crescimento mais rápido ou seja, a superfície maior está do lado de fora e o crescimento mais lento ou seja, a superfície menor está por dentro. Tudo confirma que as superfícies mais pequenas são enclausuradas pelas maiores, uma vez que existe mais espaço no exterior dum determinada área do que no interior.

Este padrão de crescimento encontra-se também no urbanismo orgânico, naquelas cidades implantadas em colinas, mais ou menos regulares, e cuja malha urbana está também associada à existência de um percurso matriz, (FIGS. 3.9 e 3.10). No entanto, a espiral, na sua forma mais simples, não é o padrão mais adequado para um traçado urbano, a não ser que, percorrer uma maior distância para alcançar o centro, possa, de alguma forma, ser uma vantagem. Na realidade é isso que acontece numa topografia acentuada conforme vimos anteriormente com a lei do caminho (Capítulo 2).

Nas cidades implantadas sobre colinas, mais ou menos regulares, a topografia foi a força física que mais ditou o desenvolvimento da malha urbana, através do traçado de caminhos, que mesmo sendo pouco directos, minimizam o esforço na deslocação de pessoas e de animais. Assim, os caminhos, que se tornaram com o tempo as directrizes da malha urbana eram traçados idealmente pelas curvas de nível que se enrolam á volta da colina, ascendendo de um nível para outro, dum forma suave, mantendo a velocidade e o esforço constantes ao longo do percurso em direcção ao centro (ponto genético), que no caso das cidades medievais são os castelos, os santuários, etc.

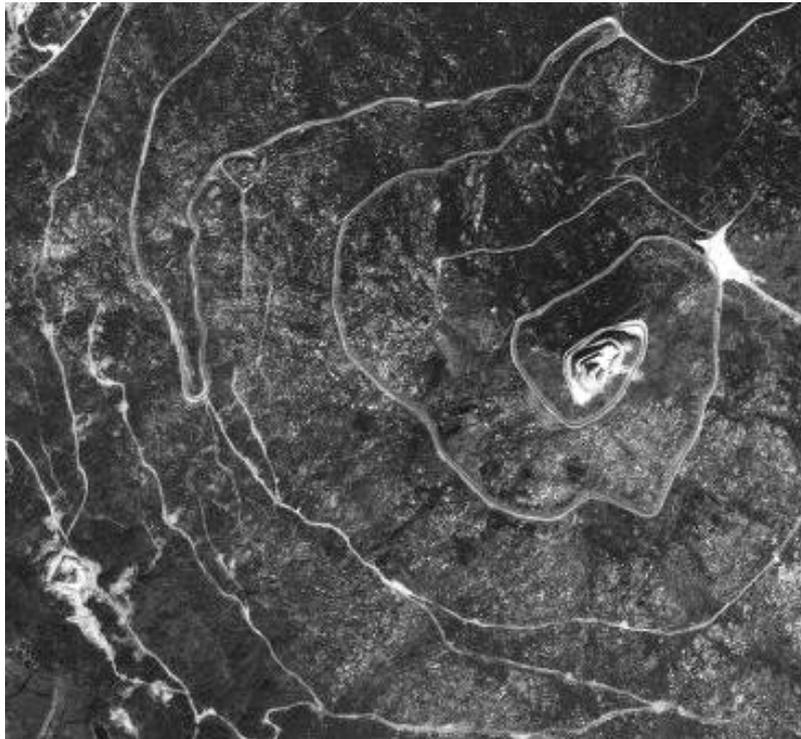


FIG. 3.9 - *Estrutura urbana em espiral: Matriz de formação, Nossa Senhora do Monte – Portugal (www.cnig.pt em 2. 11.01)*

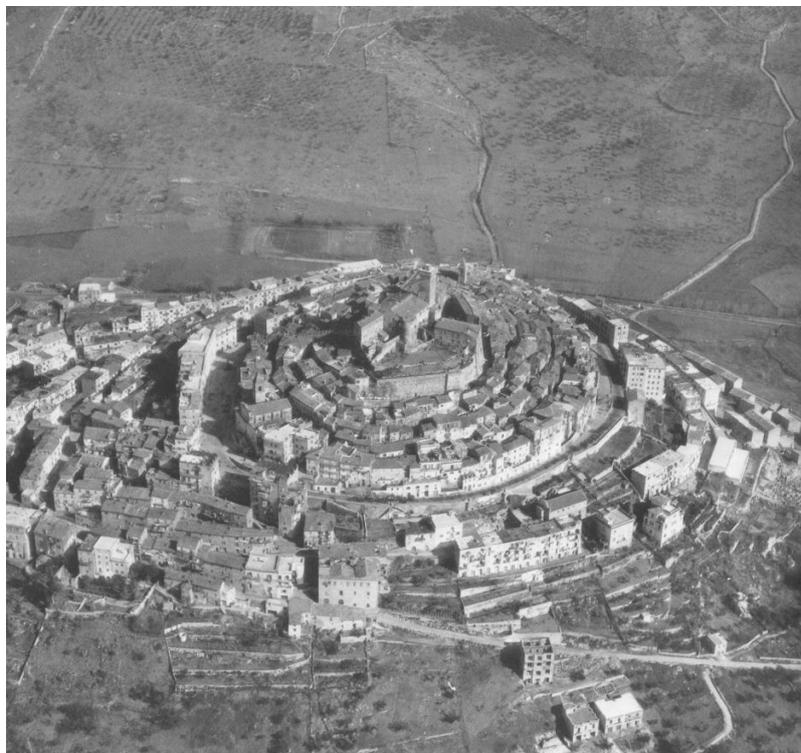


FIG. 3.10 - *Estrutura urbana em espiral, Palombra Sabina, Itália (in Norbeg-Schulz, 1981:62)*

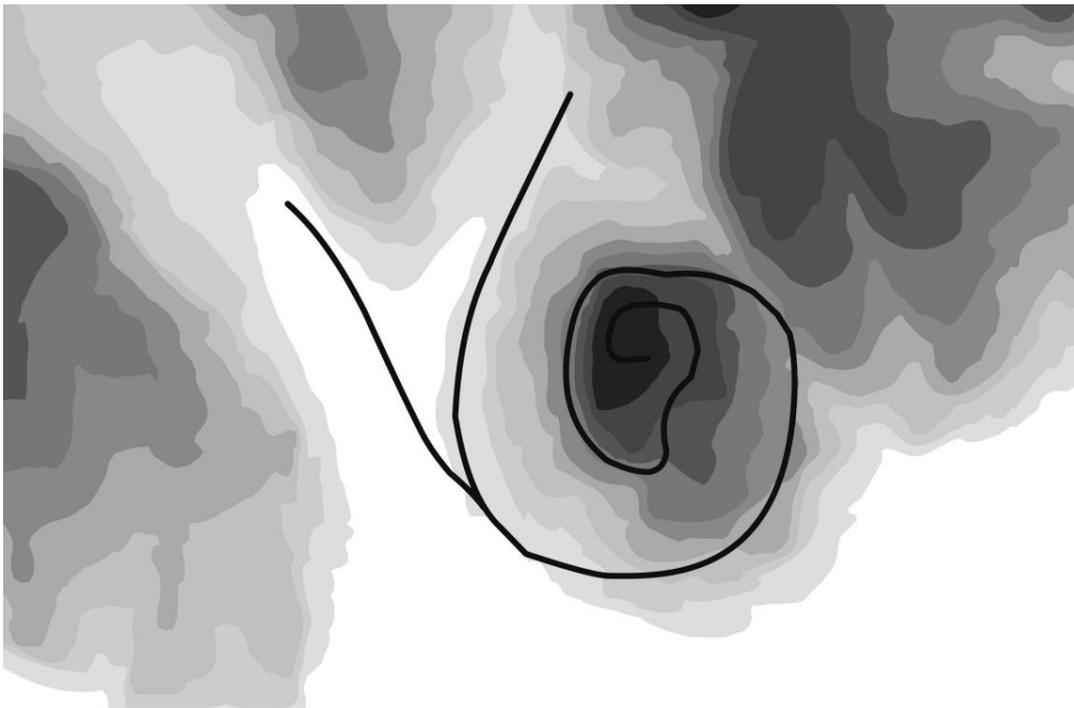


FIG. 3.11 – Hipsometria do território e o caminho matriz de formação da malha urbana na Colina do Castelo, Lisboa (Desenho de Maria Guerreiro).



FIG. 3.12 - Malha urbana na Colina do Castelo, Lisboa antes do Terramoto de 1755 (Desenho de Maria Guerreiro sobre Planta de João Nunes Tinoco).

É esta lei do menor esforço, na deslocação sobre uma superfície cónica, que dá origem à espiral que podemos ler claramente na planta de Lisboa antes do terramoto, através duma interpretação conjunta com o suporte físico natural (FIGS. 3.11 e 3.12). Parece tratar-se de uma espiral de Arquimedes, igual às restantes estruturas territoriais apresentadas nas FIGS. 3.9 e 3.10, o que significa um traçado com uma velocidade e um esforço constantes e o preenchimento uniforme duma unidade espacial: uma colina.

3.3. MEANDROS

O meandro é também um padrão recorrente na Natureza. Tal como as espirais, os meandros formam padrões requintados e muitos são blocos de construção para padrões maiores, mas auto-semelhantes, como podemos observar na geometria fractal bem expressa na FIG. 3.13a.

O meandro está relacionado com a espiral. Nós vimos como no crescimento dum objecto cuja superfície exterior é maior do que a interior, a forma curva-se sobre si própria. Agora, se o crescimento das duas superfícies variar de uma forma periódica, a superfície faz curva e contracurva em forma de meandro.

Da mesma forma que a espiral se enrola em si própria, para preencher o espaço dum modo uniforme, o meandro torce-se, gira e dobra-se sobre si mesmo com o mesmo objectivo. A imagem dum cérebro dá-nos uma ideia de como a compactação dos tecidos resulta da luta pela conquista de espaço – o resultado é um padrão equilibrado de meandros compactados, (FIG. 3.13c).

No entanto, uma linha simples, como um rio, também se curva e contracurva, mas a sua forma não depende da competição de córregos vizinhos. Mas então porque é que os rios, independentemente das condições geofísicas seguem sempre este padrão específico? Quais são as regras?

Sabemos que as águas fluem, das terras altas para as terras baixas, ou seja, por gravidade. E à primeira vista somos levados a supor que o rio segue as irregularidades do terreno. Declives extremos, é claro que ditam a direcção do curso dos rios, mas numa planície suave verificamos que a água não corre duma forma directa e rectilínea. Ela

vagueia para trás e para a frente, tal como um esquiador, de uma forma surpreendentemente regular e completamente independente das alterações da topografia.

Estas curvas regulares ocorrem também independentemente do tamanho do rio – os mesmos padrões repetem-se na mesma proporção. Nenhum rio, qualquer que seja o seu tamanho, tem um percurso a direito mais do que dez vezes a sua largura e o raio das curvas é aproximadamente igual a duas ou três vezes a largura do rio (Stevens, 1974:94). Assim e apesar das grandes diferenças de tamanho e das condições geofísicas, os rios têm contudentemente um curso uniforme.

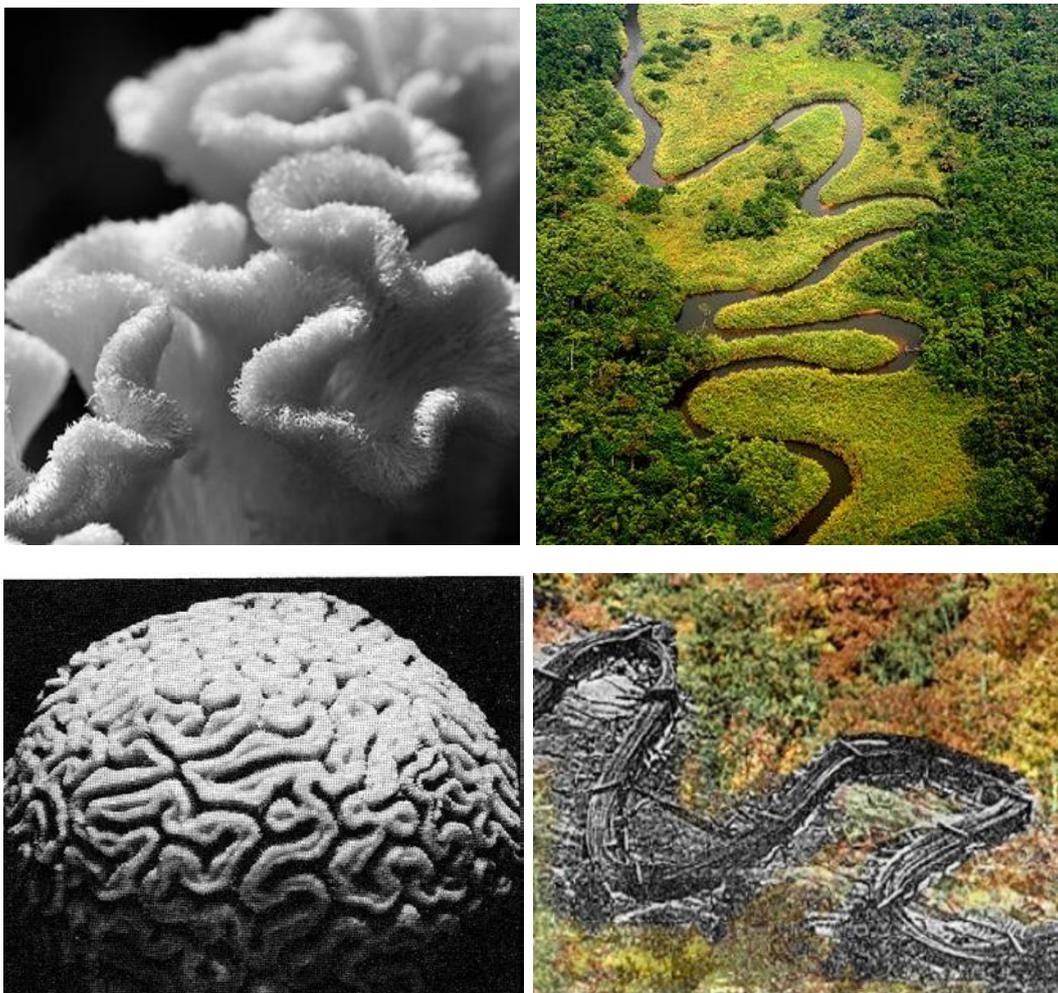


FIG 3.13 – a) Uma planta (in http://www.flickr.com/photos/debu_4/3807812941/in/gallery-3569354@NO2-72157622893911363); b) Um rio; c) Um cérebro (in Stevens, 1974:93) e d) acidente de comboio

Acontece que os meandros são uma forma que a Natureza tem de abrandar o fluxo do rio, de modo a proteger a planície de inundação e duma erosão excessiva. As curvas abrandam a velocidade da água e absorvem energia, que ajudam a reduzir o potencial de erosão. A FIG. 3.14 mostra-nos como o máximo gradiente é ao longo do eixo central do vale, representado por um canal estreito hipotético. Os meandros desenvolvem-se, o que alonga o curso do rio, diminuindo o gradiente.

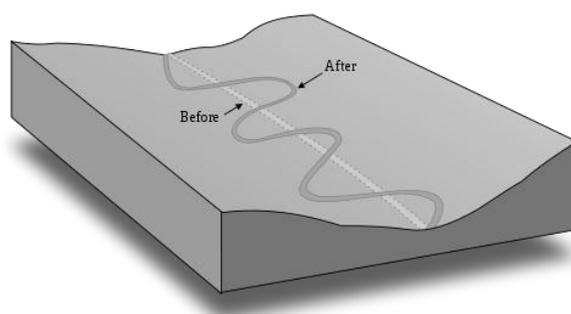


FIG. 3.14 - Um leito de rio hipotético seguindo um vale inclinado
(in <http://en.wikipedia.org/wiki/Meander> em 1.07.10)

As curvas suaves minimizam a erosão de tal modo que o rio despende a mínima energia possível para fazer a curva. O rio parece interessado em gastar a sua energia da maneira mais uniforme possível. Ele curva-se ou muda de direc o de modo a manter o seu trabalho uniforme, de modo a despende a mesma quantidade de energia em todo o lado (Stevens, 1974:95-96).

Um metal flexível também evita curvas apertadas e as suas curvas uniformes imitam muito bem os meandros dos rios, como podemos ver pelo estado da linha férrea após um acidente de comboio, (FIG. 3.13d). Da mesma forma, o percurso do esquiador ou até as estradas devem ter estas formas se queremos evitar balanços, derrapagens ou travagens bruscas.

Este princípio da velocidade constante e dum dispêndio de energia mínimo aplica-se também aos caminhos sinuosos que o homem e os animais tra am sobre um território e conseqentemente   forma o de cidades, como aliás já vimos no caso do percurso em espiral. Quando se trata de terrenos muito inclinados, e em alternativa   espiral, os caminhos tendem a fazer um *zig-zag* para evitar o esforço excessivo da pendente (FIG. 3.15). Esta é uma forma mais fácil de acesso e na realidade pode acontecer sobreposta com os percursos em espiral, se isso for de alguma forma mais

vantajoso, como acontece no caso da colina do castelo em Lisboa (FIGS. 3.16 e 3.17). O princípio é sempre o mesmo: A lei dos mínimos dita que o esforço que se aplica numa subida ou descida justifica percorrer uma maior distância de nível, que mais do que duplica, mas o dispêndio de energia é menor e mais uniforme.

Assim, e conforme vimos no Capítulo 2, o traçado natural dos itinerários sobre um terreno inclinado é feito segundo o princípio da utilização da menor pendente (lei do caminho), cujo resultado é um percurso sinuoso em forma de meandro, que permite uma deslocação a uma velocidade constante, minimizando os gastos de energia quer na subida, quer na descida.

Tal como acontece com os rios em superfícies planas, também o homem tem esta tendência natural para caminhar sinuosamente. E quando digo natural, quero dizer que está sujeito às mesmas leis da Natureza. Provavelmente o esforço que despendemos quando caminhamos sinuosamente é menor do que em linha recta. Porque, tal como os rios, é mais fácil desta forma, manter a velocidade constante.

Este princípio natural, este padrão, que funciona também por *stigmergia*¹, encontramos-lo nós também nas nossas cidades orgânicas. As ruas medievais típicas dos centros históricos ou de outros assentamentos humanos na paisagem repetem este padrão infinitamente. E se isso acontece, é porque ele tem certamente as suas vantagens. Entre nós, a conhecida rua direita, tem quase sempre este percurso sinuoso, que resulta naturalmente do próprio caminho que lhe deu origem, pois como tenho vindo a defender, no urbanismo orgânico, o caminho funciona como directriz para a edificação, marca uma geometria de assentamento. O caminho é primeiro o “contentor”, de pessoas animais e bens e depois o “contido”, pela edificação, tornando-se assim o elemento gerador da estrutura urbana (Guerreiro, 2002:75-76).

¹ Termo introduzido por Pierre-Paul Grassé em 1959 para se referir ao comportamento das formigas: “*Stigmergia é um mecanismo de coordenação espontâneo e indirecto onde o traçado deixado no território por determinada acção executada a acção seguinte, realizada pelo mesmo agente ou por um agente diferente. É uma forma de auto-organização que produz estruturas complexas e aparentemente inteligentes sem a necessidade de qualquer plano ou controle ou até de comunicação entre os agentes. Como tal ela suporta a colaboração efectiva entre agentes extremamente simples, sem memória ou inteligência ou até sem consciência de cada um*”. (In <http://en.wikipedia.org/wiki/Stigmergy> em 20.12.09).



FIG. 3.15 – Caminho pedestre em zig-zag típico dum terreno muito inclinado (Fonte??)



FIG. 3.16 - Troço do percurso em meandro na Colina do Castelo em Lisboa: Sé na década de 30 (Foto W. Robert Moore © National Geographic in <http://lisboaantiga.blogs.sapo.pt/3279.html> em 16.08.2010)



FIG. 3.17 - Troço do percurso em meandro na Colina do Castelo em Lisboa sobre percurso em espiral (Desenho de Maria Guerreiro sobre Planta de João Nunes Tinoco)



FIG. 3.18 - *Matriz de formação duma rua sinuosa* (Foto de Azzazello in <http://www.flickr.com/photos/eilard/142180125/> em 18.12.09)



FIG. 3.19 - *Rua sinuosa e as vantagens do ponto de vista do conforto bioclimático* (in Carver Jr, 1988:142)

Este padrão urbano relaciona-se também com dois padrões identificados por Christopher Alexander, sobre a estrutura física das nossas cidades. O primeiro, chama-se *Paths and Goals*, e descreve-nos qual o *layout* da rua ou do caminho compatível com o processo de andar, explicando-nos por isso e em três passos, o processo de andar, que é mais subtil do que à partida possamos imaginar: 1. *À medida que caminhamos, procuramos na paisagem destinos intermédios* – os pontos mais distantes, ao longo de um percurso, que a nossa vista possa alcançar. Tentamos então caminhar, mais ou menos em linha recta, em direcção a esses pontos; 2. *Estes destinos intermédios mudam constantemente*. Ao andarmos em direcção a esse ponto, verificamos que ele muda constantemente à distância. Na realidade movemo-nos numa curva suave, tal como um míssil que segue um alvo em movimento; 3. *Ao realizarmos os dois passos anteriores não gastamos o nosso tempo/energia a recalcular a melhor direcção para prosseguir porque o processo de caminhar está associado à eleição duma meta temporária*. Essa meta está mais ou menos na direcção que queremos tomar. Caminhamos então em direcção a ela, sendo que quando chegarmos perto, elegemos uma nova meta, tão longe quanto a nossa vista possa alcançar. Entretanto a nossa mente fica livre para meditar, falar, sonhar, cheirar, ... sem termos de pensar no nosso percurso a todo o minuto (Alexander et al., 1977:585-8). Ora os percursos em meandro favorecem exactamente esta situação. As curvas correspondem a metas a atingir, criando assim percursos sinuosos como podemos observar na FIGS. 3.18 e 3.19. Se não existirem suficientes metas intermédias, o processo de caminhar torna-se mais difícil e consome desnecessariamente energia emocional.

O segundo padrão, está ligado ao anterior e chama-se *Path Shape*. Aqui o autor descreve-nos como a forma sinuosa da rua, a sua convexidade subtil, lhe dá um grande sentido de enclausura, necessário para que as pessoas permaneçam nas ruas em vez de as usarem apenas para deslocação. Segundo o autor, a produção das ruas na cidade moderna servem apenas para atravessar, deslocar e não para permanecer. Como essas ruas não foram desenhadas para que as pessoas permaneçam nesse espaço, elas forçam as pessoas a ficar em casa ou então a sair delas, o mais rápido possível. São na sua essência *centrifugas*, conduzem as pessoas para fora, ao contrário das ruas orgânicas que são na essência *centrípetas*, ou seja conduzem as pessoas para dentro (Alexander et al., 1977:589-592). As sinuosidades e o sentido de enclausura por elas provocada

encoraja as pessoas a abrandar e a permanecer aí por algum tempo. Lembra-me aqui, uma relação muito óbvia com as águas do rio no meandro, cujas curvas ao diminuir a velocidade da água fazem com que esta permaneça por mais tempo ao longo dos leitos, evitando assim a erosão das suas margens e criando por outro lado, mais oportunidades para vida desses espaços (ecossistemas), ao longo do rio.

Kevin Lynch também estudou esta propriedade das cidades à qual chamou *visão serial*. Segundo o autor a visão em série é muito importante para a *legibilidade* ou *imaginabilidade* da cidade (Lynch, 1999:11-24). E de facto, tudo leva a crer, que até mesmo um cego se orienta melhor numa rua sinuosa do que numa rua rectilínea.

Por outro lado, as estruturas em meandro aumentam a superfície de contacto com o exterior. Quanto mais sinuosa a rua for, maior é essa superfície de contacto e de interacção entre o interior e o exterior. Também preenche melhor o espaço do que as ruas rectilíneas, possibilitando assim maior densidade. Para além disso e do ponto de vista do conforto bioclimático, a rua sinuosa oferece também outras vantagens, como a alternância de espaços ao sol e à sombra, bem como as condições ideais para a circulação do ar, que se comportará pois, como a água de um rio – a forma em meandro ajuda a manter a velocidade constante contrariando assim os efeitos negativos dos ventos fortes e enfatizando os efeitos benéficos das brisas sobre as cidades.

Posto isto, não posso estar mais em desacordo com Le Corbusier quando este afirma que, “*A rua curva é o caminho das mulas, a rua direita é o caminho dos homens*” (Le Corbusier, 2000:8). Como podemos observar, as vantagens oferecidas pela rua curva para a vivência e qualidade dos espaços, que advêm duma ordem natural, na qual o homem se inclui, esvazia o sentido e a necessidade da rua rectilínea enquanto “*uma acção humana contra a natureza*” (Le Corbusier, 2000:8), como defendia o Mestre. Este padrão é pois essencial para a vida de uma cidade e contraria todos os desenhos racionalistas.

4.4. EXPLOSÕES

Outro padrão muito comum da natureza são as explosões, que tal como os anteriores, está relacionado com a existência de fluxos. Conforme vimos no início deste capítulo (FIG. 3.1), a explosão caracteriza-se pelo padrão rectilíneo dos raios directamente ligados ao centro, de tal forma que, a intensidade destes diminui com a distância à origem. Quanto mais longe estivermos do ponto central, menos são os raios e maior é a distância entre eles. Um vulcão, um fogo-de-artifício, a quando da sua explosão dão origem a padrões deste tipo. De igual modo, uma pinga de leite ou de tinta formam este padrão quando embatem contra uma superfície. Este é portanto um padrão cuja distribuição no espaço é menos uniforme que os dois padrões anteriores, sendo que a quantidade de material decresce com a distância ao centro. Esta é também a forma de muitas flores e plantas, entre as quais podemos encontrar variações ao tipo principal como é o caso das explosões lineares (FIG. 3.20c).

Na realidade o padrão em explosão é apenas o primeiro dos padrões de ramificação. Ele representa uma forma de ramificação que é muito eficiente no sentido em que é muito directa, mas é ineficiente na medida em que falha em minimizar o comprimento total dos seus trajectos. Padrões de explosão simples podem ser vistos na FIG. 3.20, com uma distribuição uniforme das espigas (raios). A FIG. 3.21, mostra um exemplo mais complicado, onde as trajectórias terminam em explosões elas próprias, tornando-se assim mais eficientes, ao minimizarem o comprimento total das trajectórias. Esta é, tal como vimos nos padrões anteriores, uma geometria fractal. Muitas plantas e respectivas flores crescem com este padrão mais complexo.

Este é também a forma típica de muitas cidades. Foi um modelo de desenho urbano muito utilizado nas cidades ideais da renascença destinadas a permanecer do mesmo tamanho, como foi o caso de Palma Nova, na Itália, desenhadas e construídas em cada detalhe como se de um edifício se tratasse, (FIG. 3.24). No entanto, este é sobretudo um padrão de crescimento que emerge da auto-organização das cidades, tal como tantas outras estruturas na natureza.

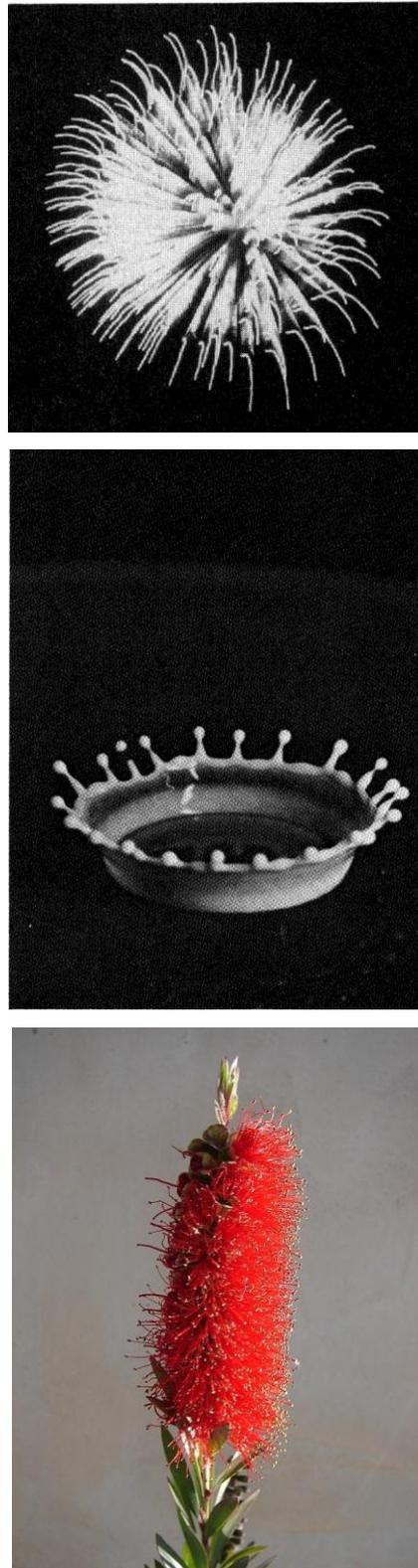


FIG. 3.20 - **a)** Foguete em explosão (Stevens, 1977:96); **b)** Pingo de leite ao embater contra uma superfície (Stevens, 1977:99) e **c)** Flor limpa garrafas, explosão linear



FIG. 3.21 – *Explosões: Uma geometria fractal* (Stevens, 1977:83)

Através da observação de salpicos de tinta podemos entender melhor a formação deste padrão, particularmente, o modo como é afectado pelo efeito da escala.

A FIG. 3.22 mostra-nos como pingos de tinta, em igual quantidade, atirados de diferentes alturas e conseqüentemente com diferentes velocidades, adquirem formas diferentes no contacto com uma superfície. Assim, nos quatro primeiros exemplos a pinga foi atirada sucessivamente das alturas: três polegadas, seis polegadas, doze polegadas e vinte e quatro polegadas – cada altura é o dobro da anterior. Mas o diâmetro da mancha não duplicou. No lugar disso, os diâmetros aumentaram mais devagar e as manchas geraram espigas regulares, primeiro com ligeiras ondulações no perímetro, depois com pequenas saliências e finalmente com espinhos desenvolvidos. Como resposta ao facto de serem atiradas de diferentes alturas, as manchas mudaram a sua forma.

Porque apresentam então uma beleza tão regular essas espigas? É que as espigas são originadas nos pontos fracos do perímetro da mancha e o líquido que escoar pela espiga suga mais líquido para o canal, de tal forma que, novas espigas não podem acontecer na vizinhança das já existentes. Aqui reside um princípio muito importante enunciado por Paul Weiss: *“uma área de crescimento existente impede que novas áreas de crescimento vizinhas aconteçam, ou seja, o crescimento é favorecido nas áreas que crescem mais rápido, tal como as espigas, ao custo das áreas de crescimento mais lento, tal como as áreas de crescimento entre as espigas”* (ct. Stevens, 1977: 98).

Esta regra, em que a mudança do tamanho é acompanhada dum mudança da forma, foi já demonstrada no Capítulo 1, quando se abordou a relação entre a forma e tamanho. Assim e se continuarmos a aumentar o tamanho da pinga, ou seja se a mandarmos dum altura ainda maior, de tal modo que, esta não é suportada pela resistência do ar e cai ainda com mais velocidade, verificamos que a sua forma não se mantém – mais uma vez, um aumento do tamanho corresponde a uma mudança na forma das espigas, que se tornam muito longas, quando esta choca com a superfície. Por outro lado, as trajectórias da explosão podem elas próprias tornarem-se novas explosões como indica o último exemplo da FIG. 3.22, denunciando assim mais uma estrutura fractal.

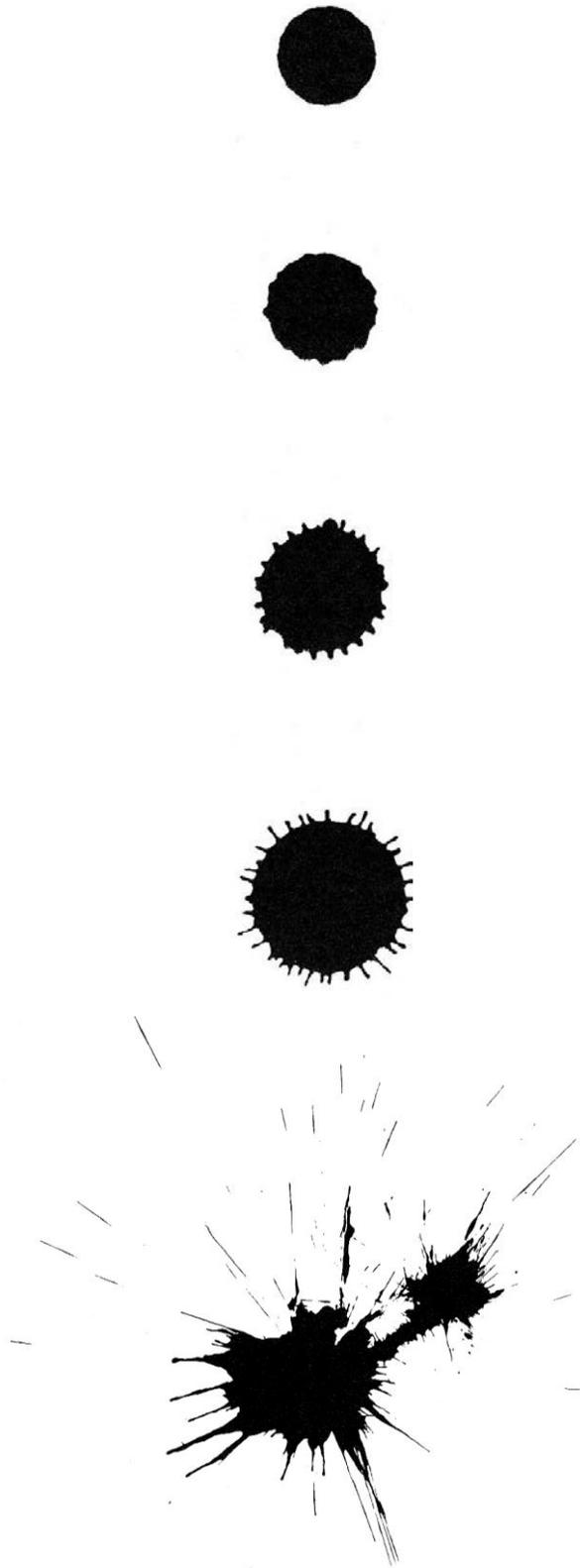


FIG. 3.22 - O padrão explosão numa pingo de tinta (Stevens, 1977:98-99)

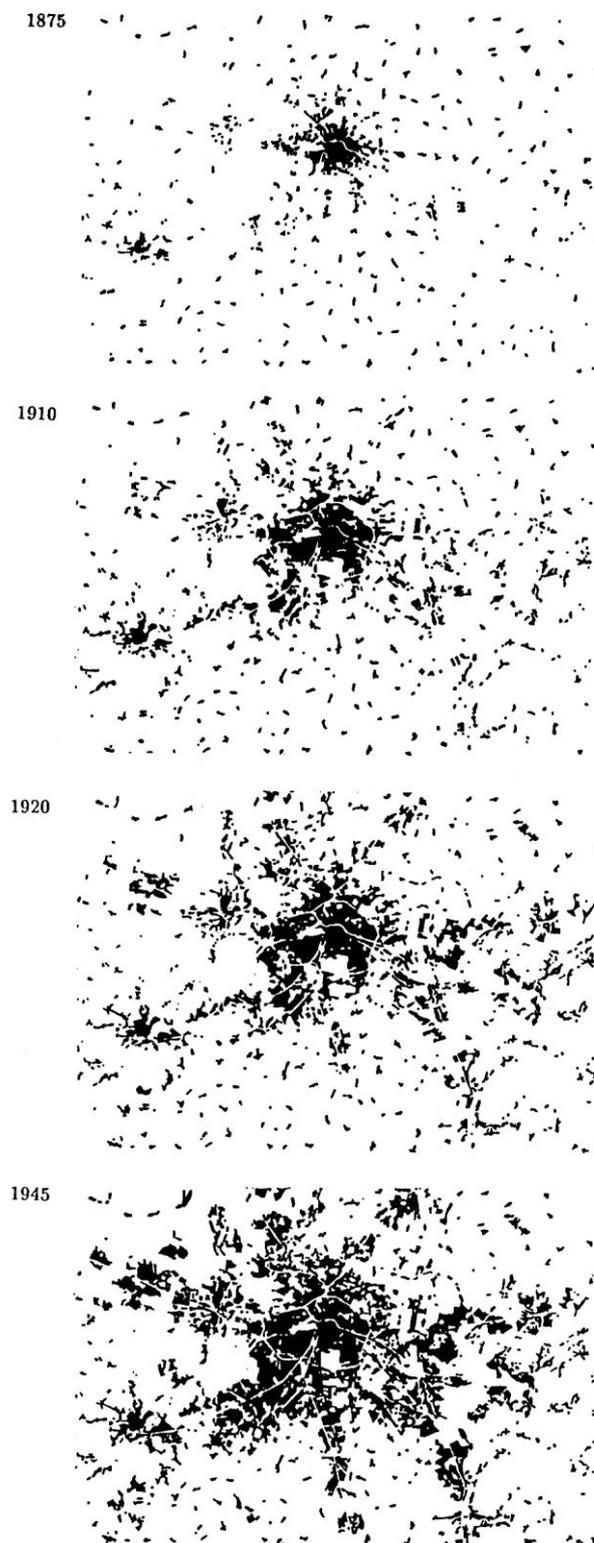


FIG. 3.23 - *O padrão explosão e as fases de crescimento de Berlim 1875-1945*
(Frankhauser, 1994:207-208)

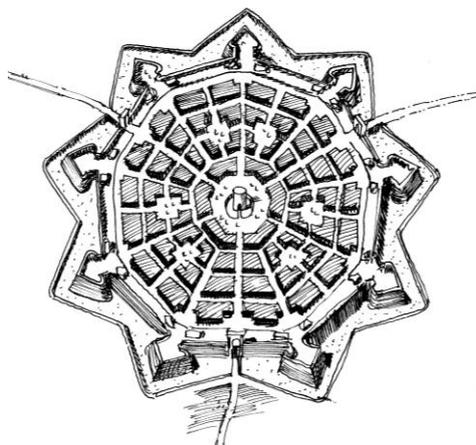


FIG. 3.24 – *Palma Nova, Itália, cidade ideal do renascimento* (Blumenfeld, 1967:20)

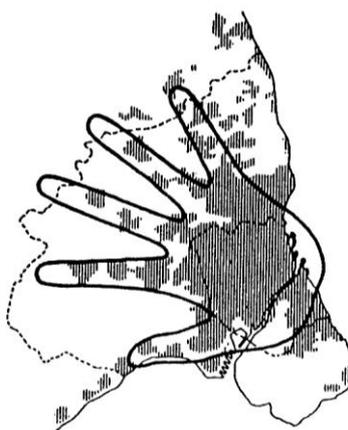


FIG. 4.25 – *Copenhaga, Five-Fingers Master Plan, planeamento da área metropolitana, 1947* (Frankhauser, 1994:229)

Se compararmos, as fases de crescimento de certas cidades, como é o caso de Berlim (FIG. 3.23), com as manchas deixadas pela pinga numa superfície plana, verificamos que elas adquirem formas muito semelhantes. Foi o reconhecimento deste tipo de crescimento que conduziu o famoso Five-Fingers Plan para Copenhaga (FIG. 3.25). Mas este é sobretudo, o processo de crescimento por fases de mudança das capitais mundiais, onde o padrão se repete, sem no entanto ter sido previsto antecipadamente em plano (FIG. 3.23).

Constantinos Doxiadis descreve da seguinte forma essas fases de mudança e crescimento das cidades: “*Uma cidade numa envolvente uniforme cresce em círculos concêntricos à volta do núcleo da cidade estática. Se a envolvente não for uniforme a*

cidade desenvolve-se ao longo das linhas com condições mais favoráveis, verificando-se uma tendência para a forma estrelar (...). Se as condições da envolvente tenderem a homogeneizarem-se o crescimento dinâmico da cidade tenderá novamente a ser levado para a forma circular. Se as condições mudarem e não forem uniformes a cidade pode de novo tender para a forma estrelar” (Doxiadis, 1968:244). Estes princípios podem ser observados em muitas cidades do mundo e encontram-se esquematizados na FIG. 3.26. Reconhecemos aqui facilmente os efeitos da curvatura do espaço descritos anteriormente no Capítulo 2. Se a superfície exterior crescer mais rapidamente que a interior, a superfície enrugam-se – é o que acontece ao perímetro da cidade que vê aumentado o seu tamanho e não sendo acompanhado pelo crescimento da parte interior, enrugam-se, dando origem a uma forma estrelar. Quando a parte central acompanha esse crescimento, então o perímetro estica-se dando origem a uma forma circular e de preenchimento uniforme. A forma estrelar, que se dá ao longo das linhas com condições mais favoráveis, é portanto equivalente ao padrão explosão da pinga de tinta, cujas espigas são essas linhas por onde se faz o crescimento.

No território, essas linhas são as ligações mais directas ao centro, e como na maior parte dos casos o território não é homogéneo, essas linhas estabelecem-se onde as condições são mais favoráveis para a circulação. No caso da cidade tradicional e como vimos anteriormente, essas linhas coincidiam, com as linhas estruturantes do relevo, festos, talvegues e curvas de nível.

A planta de Lisboa do século XIX, apresentada na FIG. 3.27, ilustra bem a formação deste padrão ao longo das linhas estruturantes do território. Através da regularidade e clareza das linhas de crescimento ao longo dos vales ou das cumeadas, como é caso dos vales das actuais avenidas da Liberdade e Almirante Reis ou as cumeadas da Colina da Graça, Colina de Santana e Príncipe Real, dá-se forma a este padrão explosão amputado pelo rio Tejo.

Se observarmos também o Levantamento da Planta de Lisboa (1904-1911), FIG. 3.28 que abrange quase todo o Planalto de Lisboa verificamos que a forma continua a crescer e a mudar, mas o padrão repete-se.

Curioso será ainda verificar, que o mesmo padrão se repete na área metropolitana de Lisboa nos dias de hoje. Uma imagem auto-semelhante, característica das geometrias fractais, será hoje reproduzida pelas manchas de construção. As

manchas de edificado que seguem os principais eixos de acesso à cidade, reproduzem hoje esta forma em explosão ou estrelar, difícil de perceber à primeira vista, mas com uma certa regularidade de radiais que canalizam para elas todo o desenvolvimento, à semelhança do que aconteceu em épocas passadas, como se observa nas plantas do Século XIX e início do Século XX.

Tal como na pinga de tinta, o crescimento das espigas da cidade devem-se à velocidade do seu crescimento – se este for muito rápido estas tomam uma forma muito alongada podendo até separar-se, como acontece no último exemplo da FIG. 3.22.

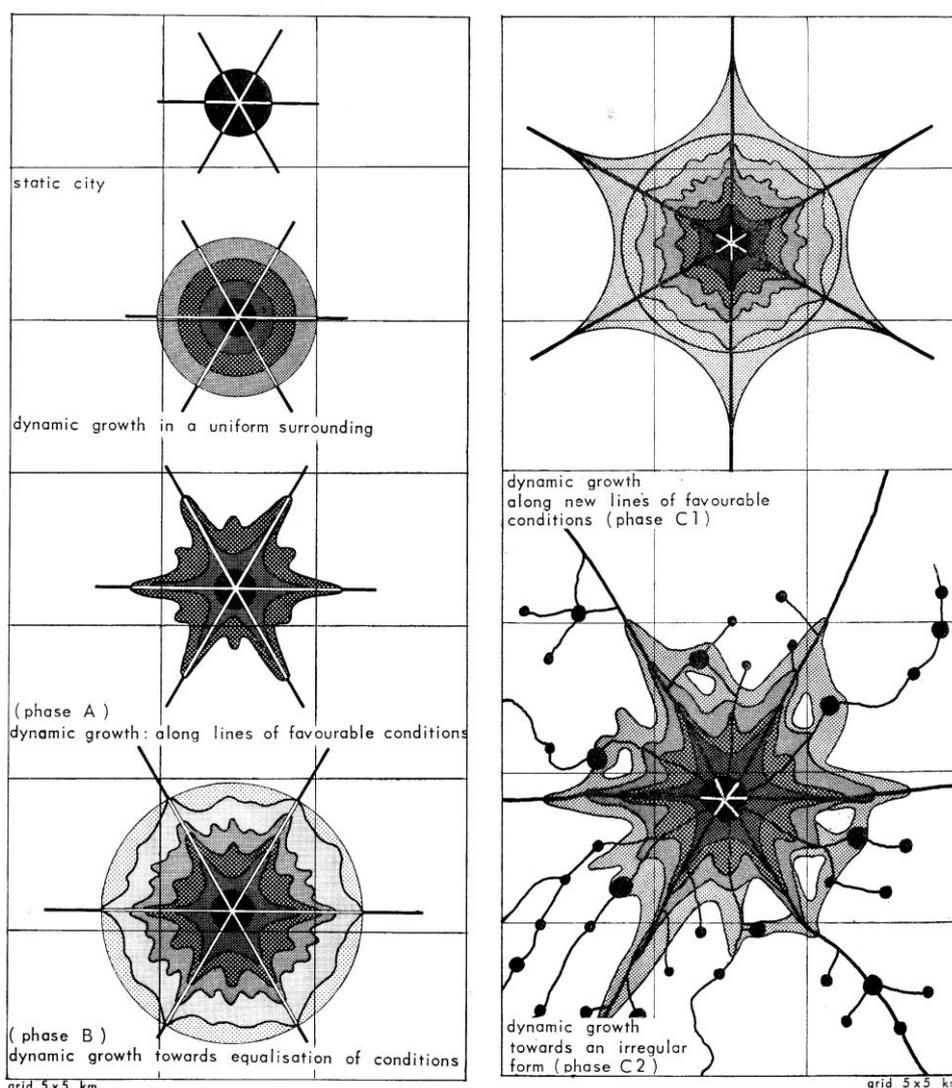


FIG. 3.26 – Crescimento urbano por fases de mudança (Doxiadis, 1968:246)



FIG. 3.27 – O crescimento de Lisboa, *Planta do Século XVIII*,
(in <http://www.urban.iscte.pt>, Outubro 2002)



FIG. 3.28 – *O crescimento de Lisboa, Levantamento de Silva Pinto 1904 – 1911*
(in <http://arquivomunicipal.cm-lisboa.pt/>, montagem Maria Guerreiro)

Importa ainda estabelecer o paralelo entre o padrão explosão e o padrão *City Country Fingers*, identificado por Christopher Alexander, enquanto qualidade formal das cidades (Alexander et al., 1977:21-25). O autor afirma que “*o alastrar contínuo da urbanização destrói a vida e torna as cidades insuportáveis. Mas o tamanho das cidades é também algo valioso e potente*” (Alexander et al., 1977:22). Assim, as pessoas sentem-se confortáveis quando podem ter acesso ao campo, experimentar campos abertos, florestas e campos agrícolas, pelo que a cidade deve fazer fronteira

com o campo, tanto quanto possível. Ao mesmo tempo, a cidade boa para viver, é aquela que contém uma grande densidade de interacções entre as pessoas, actividades e diferentes modos de vida, pelo que a cidade deve ser compacta e contínua, sem interrupções.

Esta forma procura assim dar resposta a estas duas potencialidades, através de corredores (*fingers*) alternados de campo e cidade, que de resto, correspondem à forma de crescimento natural dum padrão explosão, como são as trajectórias (espigas) que vimos na pinga de tinta.

Estes corredores, que garantem a continuidade da cidade e do campo e dos respectivos benefícios, devem chegar tão próximo do centro quanto possível, para que o contacto das pessoas com os dois mundos seja mais efectivo.

Paralelamente estes corredores estão de acordo com o funcionamento ecológico do território, particularmente quando se tratam de cidades com topografia mais ou menos acentuada e onde se exploram as potencialidades naturais de cada zona diferenciada.

Nestes contextos, a ocupação das zonas de cumeada é uma forma correcta de urbanização, não só pela aptidão para a construção e circulação, mas porque liberta as zonas de encosta e de fundo de vale para as respectivas aptidões florestais e agrícola, (FIG. 3.29).

A estruturação da ocupação do território a partir das cumeadas (promontórios) foi uma constante em Portugal, bem como de todo o Mediterrâneo. A ocupação de acordo com os princípios fisiográficos, bem como a possibilidade de circulação pelas cumeadas, numa forma contínua e com navegação à vista, foram razões mais do que suficientes para a urbanização das zonas de topo em detrimento dos fundos de vale, que para além do seu valor agrícola, não tinham as condições fisiográficas, climáticas e de continuidade no percurso, favoráveis à edificação. Mas nos últimos anos, o crescimento suburbano tem afectado por igual e dum modo indiferenciado, vales, encostas e cumeadas e isso tem destruído o funcionamento ecológico destas áreas bem como a possibilidade de estabelecer essa relação saudável entre a cidade e o campo.

Desta forma e sempre que possível, devemos manter os *country fingers* nos vales e os *city fingers* nas cumeadas, acompanhados pelas principais ruas distribuidoras que os ligam directamente ao centro. Este é pois o modelo alternativo de crescimento das

idades proposto por vários autores com abordagens sistêmicas, como é o caso do naturalista Ian McHarg, que propõe um plano para as cidades metropolitanas, segundo estes princípios fisiográficos e ecológicos como resposta aos valores intrínsecos do território natural e que poderão constituir uma mais-valia para as cidades (2000:79-93), (FIG. 3.30).

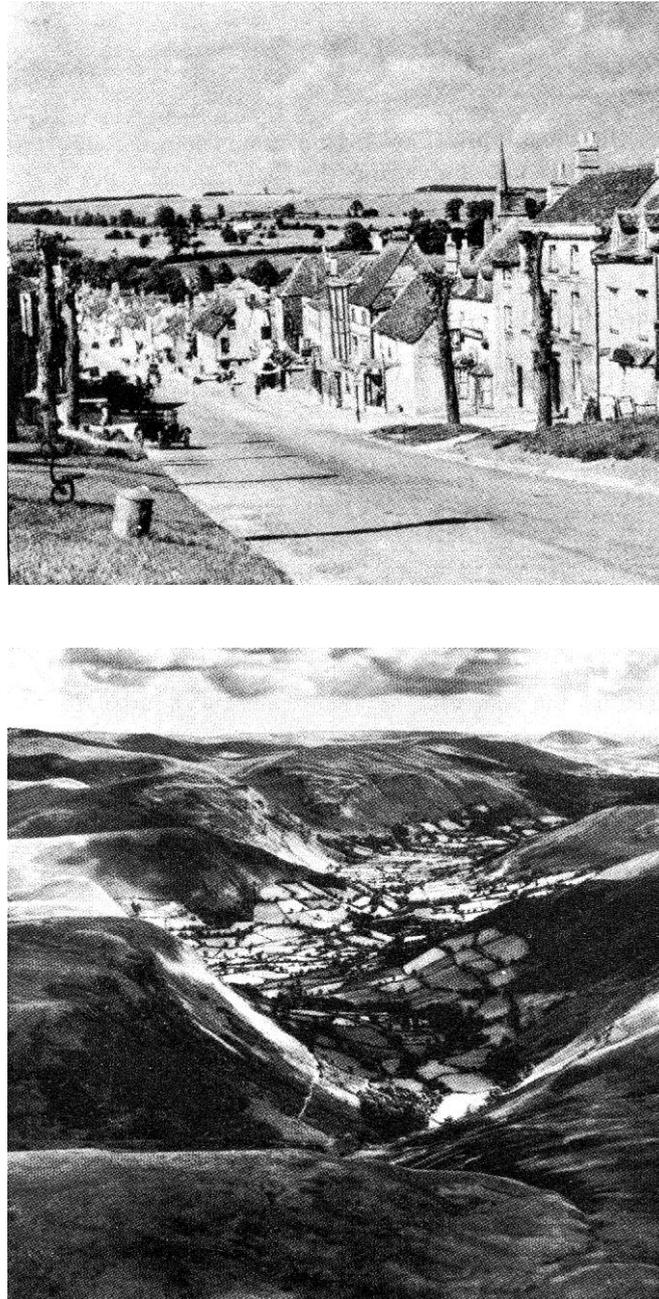


FIG. 3.29 – *Princípios fisiográficos para a ocupação do solo a) “city fingers” b) “agricultural valleys”.*
(In Alexander et al., 1977:21,26).

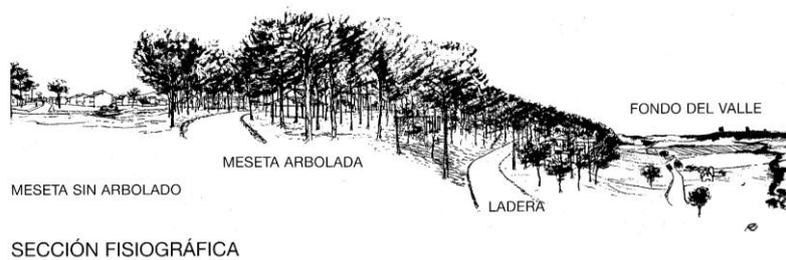
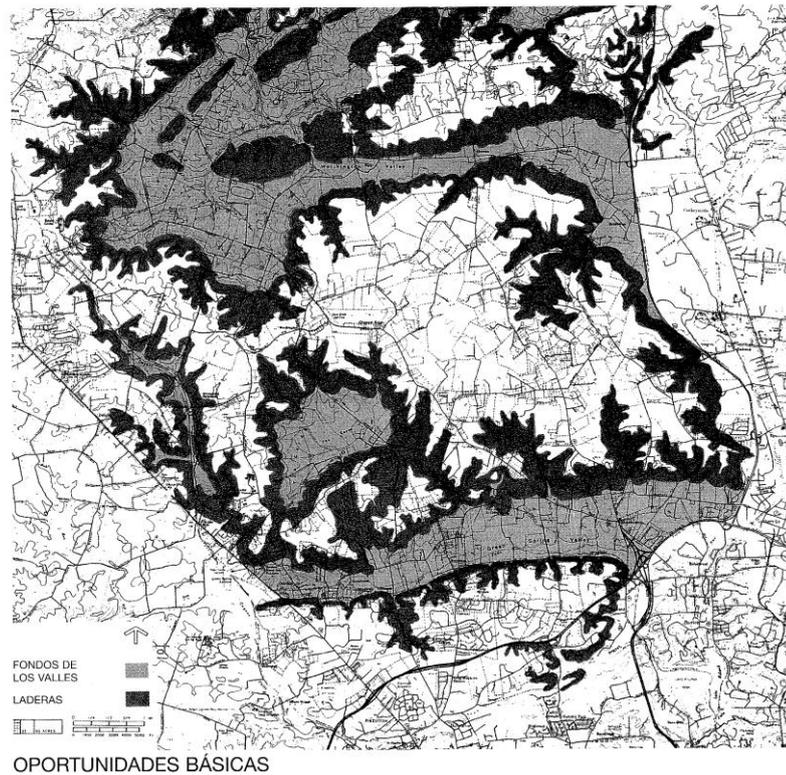


FIG. 3.30 – Modelo alternativo de crescimento e princípios fisiográficos para a conservação e desenvolvimento urbano (in McHarg, 2000:87)

4.5. RAMIFICAÇÕES

Como tivemos oportunidade de observar, as explosões são apenas formas muito simples de ramificações. Estas, por sua vez, apresentam numerosas variações cuja distribuição será mais ou menos uniforme no espaço.

Estes são os padrões tipos de muitas formas da natureza, árvores, folhas, descargas eléctricas, rios e respectivos divisores de água (festos). Todos são sistemas

ramificados com diferentes ordens, que adicionam ramificações cada vez mais pequenas.

As ramificações são como que formas de crescimento das explosões. Se um padrão em explosão continuasse a crescer indefinidamente sem se ramificar, o espaço tornar-se-ia cada vez menos uniforme: os raios tornar-se-iam muito densos no centro e muito dispersos na periferia. As ramificações a partir de certo ponto vêm colmatar este problema, correspondendo assim ao princípio de que o aumento do tamanho corresponde a uma alteração da forma. Na realidade, este é o padrão de crescimento de muitas cidades, uma vez que a distribuição espacial é muito mais uniforme, facilitando a produção de uma hierarquia necessária ao seu funcionamento. A semelhança destes artefactos com os padrões ramificados da natureza é muito grande, conforme podemos observar nas FIGS. 3.31 e 3.32.

As ramificações podem fazer-se de várias formas, simétricas, assimétricas com diferentes ângulos, sendo que no geral têm certas características em comum.

A primeira e mais importante é a sua auto-semelhança, ou seja a sua estrutura fractal. Tal como os padrões anteriores, as estruturas ramificadas dividem-se em subsistemas que repetem a forma do sistema global. Assim, uma folha ou um ramo tende a repetir a forma global da árvore, a bacia dum pequeno afluente, tende a repetir a forma da bacia do rio de que é tributário, etc. Em todos estes sistemas encontramos hierarquias similares de ordens de ramificações. À primeira vista, a regularidade não é aparente, mas um estudo mais detalhado revela partes análogas ramificadas numa forma idêntica. Apesar da aparente irregularidade, uma estrita repetição das partes ocorre no padrão.

No entanto, continua a cumprir-se a regra de que uma alteração do tamanho é acompanhada de uma alteração na forma. Pois nenhuma árvore poderia crescer tanto, que os seus troncos se quebrassem com o peso. A bacia de um rio grande tende a ser alongada e estreita, enquanto a bacia dum pequeno rio tende a ser curta e larga. O mesmo se passa com as folhas das plantas: as grandes, tendem a ser mais alongadas, ou quebram-se para se manterem erguidas, enquanto as pequenas podem tomar qualquer forma, porque têm menos constrangimentos espaciais. Outro aspecto importante, é que as ramificações tendem a divergir do centro para a periferia, em resposta directa ao modo como o espaço ele próprio diverge, ou seja, as ordens superiores tendem



FIG. 3.31 – *Ramificações na natureza* (Doxiadis, 1968:141)

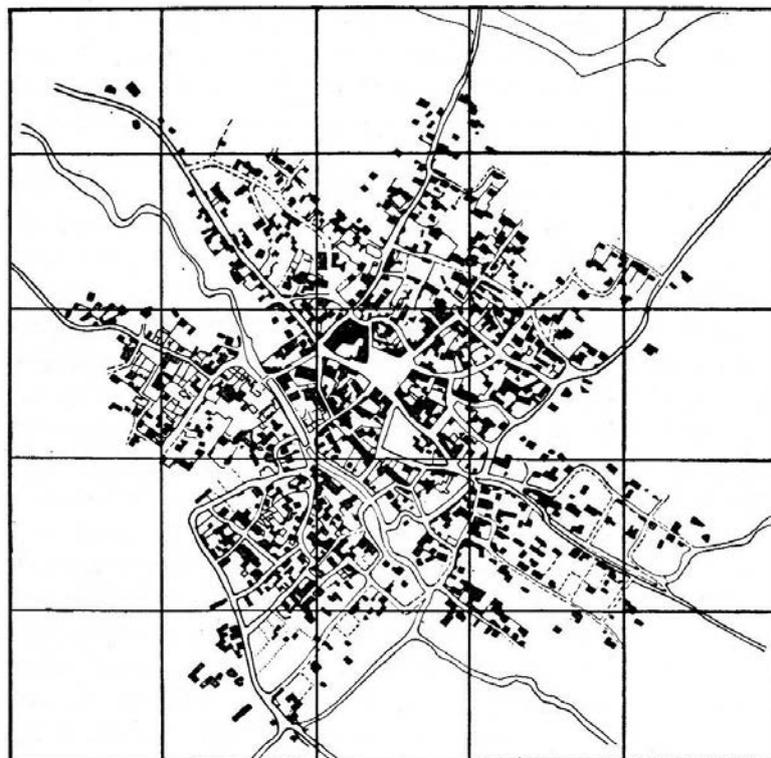


FIG. 3.32 – *Ramificações nos assentamentos humanos* (Doxiadis, 1968:142)

a ser mais numerosas e mais pequenas do que as ramificações de ordens inferiores. Só assim uma rede pode ser distribuída uniformemente pelo espaço (Stevens, 1974:114).

Por outro lado, ramificações mais pequenas, tendem a fazer ângulos maiores entre si, do que as ramificações mais longas. Aplicando a „lei do menor esforço“, Peter Stevens enuncia a seguinte regra geral sobre a formação dos ângulos das ramificações: Quanto mais pequena for a ramificação e portanto quanto mais pequena for a sua ordem, mais perto está de formar um ângulo de 90° com o tronco da ordem seguinte (Stevens, 1974:118). Utilizando estas regras, foi refeita a FIG. 3.33 e os resultados apresentados na FIG. 3.34. Ambas as árvores tem 24 ramificações de primeira ordem, 23 junções triplas distribuídas exactamente na mesma sequencia hierárquica. No entanto, verificamos que a modificação do padrão nestas regras simples originou uma estrutura complexa e muito semelhante a uma árvore verdadeira. É especialmente interessante, o facto deste novo padrão não ter sido desenhado a pensar na aparência real de uma árvore. Usando apenas modelos matemáticos fez-se uma forma que é surpreendentemente orgânica na sua aparência. Esta aparência resulta apenas da variação dos ângulos e das espessuras dos seus ramos.

A árvore é o único ser, cujo crescimento desafia a gravidade em busca do sol. Ela é uma rede de transporte que trabalha sobre pressão e segundo as leis do menor esforço. Tendo as raízes como bomba, os fluxos circulam, de tal forma que, os ramos pequenos ficam estendidos formando ângulos rectos enquanto os ramos maiores formam ângulos menores para assim susterem melhor o peso. Na maioria dos casos esta rede corresponde a dois sistemas, um para a água (xilema) e outro para a comida (floema). Na realidade, a forma global da árvore, tal como as restantes ramificações é determinada pelo seu sistema de condutas (fluxos), de tal modo que estes percorram todo o sistema com o menor dispêndio de energia possível.

Mas a Natureza não calcula o trabalho ou a força. São forças específicas actuando em localizações específicas, sem olhar para o plano geral. *“A natureza não premedita, não usa as matemáticas, ela não produz os padrões gerais deliberadamente, ela deixa que os padrões gerais se produzam a eles próprios. A natureza faz o que a natureza manda; ela está para lá da culpa ou da responsabilidade”* (Stevens, 1974:123). No entanto o crescimento não é arbitrário. *“E apesar das regras serem seguidas rigidamente, observe-se quão graciosa é a forma geral. A árvore cresce da*

regular combinação dum módulo com a sua imagem espelhada, mas nem parece tão regular que se torna cansativo nem tão irregular que seja completamente amorfo. Ela radica na estreita faixa entre ordem e diversidade a que nós chamamos de beleza” (Stevens, 1974:123).

Podemos então concluir que a forma de muitas plantas é determinada pela linha de contorno da sua rede de fluxos interligados segundo a lei do menor esforço, conforme podemos observar nos desenhos de Paul Klee, apresentados na FIG. 3.35.

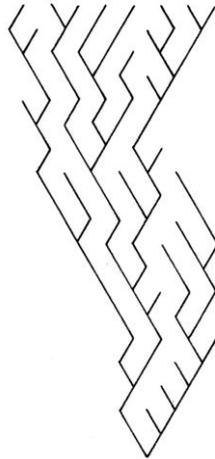


FIG. 3.33 – *Ramificações e ângulos* (in Stevens, 1974:108)

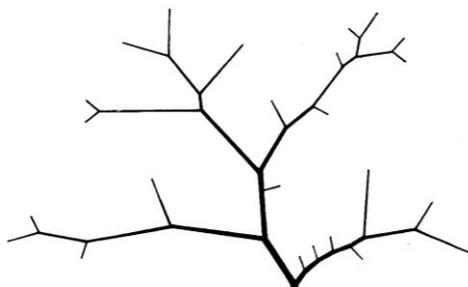


FIG. 3.34 – *Ramificações e ângulos* (in Stevens, 1974:121)

Analisando agora as ramificações de certas folhas, é interessante observar como a evolução procede simultaneamente em duas direcções diferentes – em direcção à simplicidade bem como em direcção à complexidade (Stevens, 1974:113). Desta forma pequenas folhas solidificam-se numa folha maior em certas espécies de plantas e noutra espécie parte-se o largo conjunto em fragmentos. Na FIG. 3.36 podemos observar como as ramificações de folhas pequenas se tornam as veias de folhas maiores e de como é que essas folhas, por sua vez, se fundiram para formar um todo indivisível. A figura apresenta estádios intermediários de fusão das folhas onde as folhas primitivas estão apenas parcialmente fundidas.

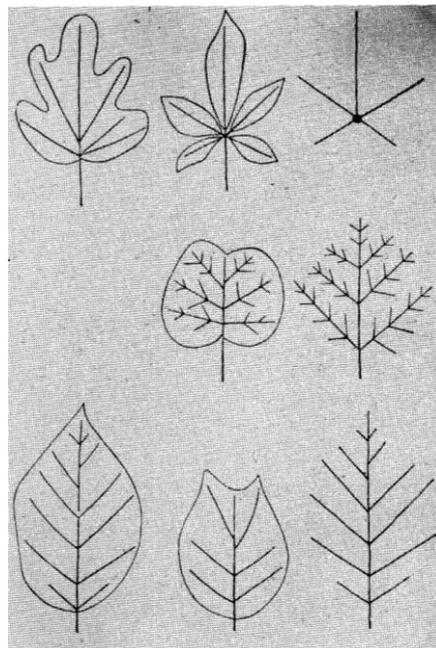


FIG 3.35 – *Relação entre estrutura e forma* (in Stevens, 1974:137)

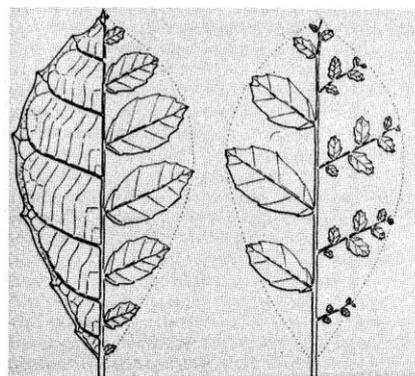


FIG. 3.36 – *Evolução das ramificações* (in Stevens, 1974:138)

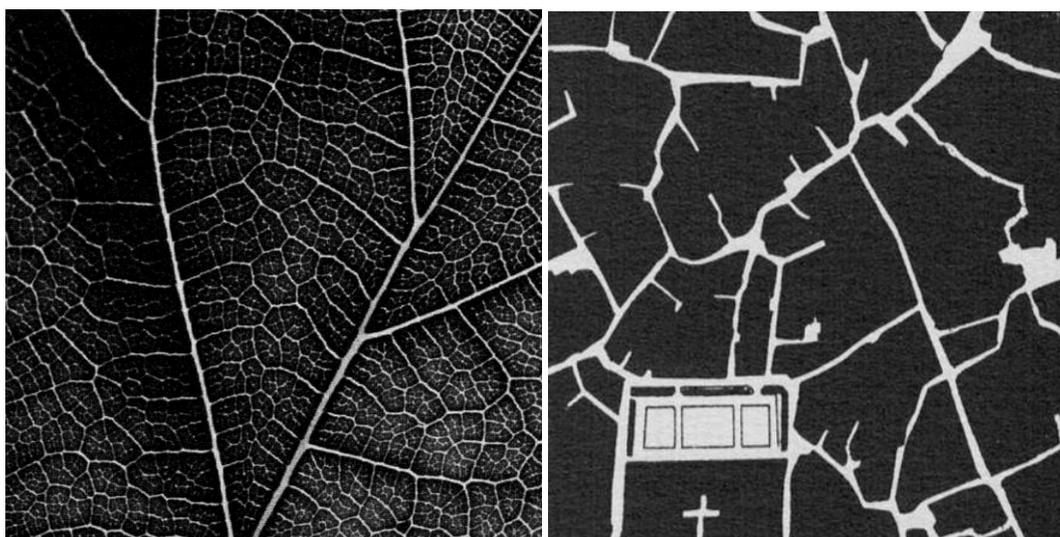


FIG. 3.37 – *Sistemas de fluxos /canais em folhas e numa cidade orgânica*

Apesar desta consolidação simplificar o contorno da folha ela complicou o sistema de veios original das primitivas folhas. Os veios registam assim a história da evolução das folhas. Este processo acontece igualmente com as ruas de uma cidade, que começam inicialmente por ser espigas da explosão, depois ramificações, que depois acabam por se ligar de forma muito semelhante ao que se acabou de apresentar para as folhas e respectivos veios, formando assim uma teia muito complexa (FIG. 3.37).

Como vimos, um aspecto fundamental de todo o crescimento é a sua estrutura fractal, de tal modo que encontramos sucessivas formas semelhantes em diferentes escalas de observação, desde a flor, às folhas, aos ramos ou à planta em geral. De acordo com Peter Stevens, a consistência estrutural destas formas orgânicas é determinada directamente pela divisão das células no meristema². E mais, desde que todos os meristemas numa determinada planta sejam os mesmos, o padrão de crescimento é o mesmo em todas as partes da planta (in Stevens, 1974:149). Mas então se o crescimento de uma árvore é assim tão regular / modular, porque é que essa regularidade é tão difícil de identificar nalguns casos?

² “Um meristema é o tecido encontrado em todas as plantas, constituído de células indiferenciadas (células meristemáticas) e encontrado em zonas da planta onde o crescimento pode ocorrer”. (in <http://pt.wikipedia.org/wiki/Meristema>)

É que, muitas vezes este aspecto deixa de ser tão visível porque o padrão de crescimento é distorcido pelo contexto. Por exemplo, alguns rebentos que não receberam luz suficiente não chegaram a desenvolver-se em ramos, ou os que se desenvolveram curvaram-se em resposta ao sol, à sombra, ao vento ou à neve. Conseqüentemente, as plantas já maduras, apresentam maior irregularidade e arbitrariedade na sua forma, simplesmente porque algumas das suas partes não se desenvolveram totalmente ou desenvolveram-se em resposta ao contexto.

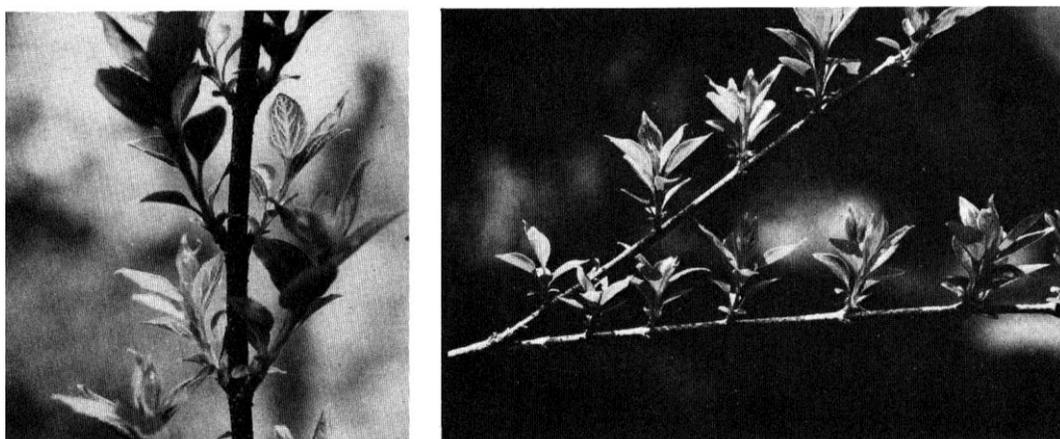


FIG. 3.38 – A irregularidade introduzida pelo contexto (in Stevens, 1974:154)

A folhagem da planta que se apresenta na FIG. 3.38 é um bom exemplo de como a luz do sol, modifica o padrão inerente de ramificação: Na *frame* da esquerda, vemos como os pares de rebentos se bifurcam numa forma dicotômica. A segunda *frame* da direita, mostra a bifurcação da mesma planta, mas no entanto, os ramos estão dispostos numa forma horizontal. Neste ramo, apenas os rebentos que estão do lado de cima estão expostos ao sol. Assim, se os rebentos do lado de baixo se desenvolverem, eles rodam até ter a sua face virada para cima e assim poder captar melhor o sol. Uma situação semelhante acontece na formação das nossas cidades pré-industriais, segundo os efeitos da geometria solar, da topografia, do vento etc., de tal modo que podemos também identificar padrões de comportamento para cada contexto, conforme foi observado no Capítulo 2.

Conhecendo as características deste padrão da Natureza, é possível fazer uma leitura da cidade Lisboa, nomeadamente do seu desenvolvimento orgânico, aplicando algumas regras da formação das ramificações. Podemos assim fazer a leitura duma malha urbana aparentemente caótica e aleatória, através da interpretação da geometria do território (FIG. 3.39), tendo em conta que estes são sistemas ramificados de zonas com menor declive, o que facilita a circulação de fluxos, neste caso de caminhos essencialmente pedestres, que se tornaram com o tempo a matriz de formação da malha urbana.

A síntese destes dois sistemas ramificados é ele próprio um sistema ramificado que preenche o espaço de um modo uniforme, como podemos observar na (FIG. 3.40) e que aparentemente nos apareceu com um padrão ramificado simples – explosão, como vimos nas plantas de Lisboa do Século XIX e início do Século XX apresentadas anteriormente.

De uma forma sistemática, os largos ou praças, localizam-se nos pontos onde se fazem essas ramificações, centros de distribuição, no caso das ramificações dos festos e centros de encontro, no caso das ramificações das linhas de água (FIGS. 3.42 à 3.45). Assim, esses largos têm por base uma forma triangular definida pelo ângulo que as ramificações fazem entre si, maior no caso de ramificações mais curtas e menor no caso de ramificações mais longas, de tal modo que, o espaço fica preenchido uniformemente e exactamente do mesmo modo como acontece nas ramificações das árvores.

A evolução das ramificações que verificamos anteriormente para as folhas (redes), também se verifica na cidade, se isso for de alguma forma mais conveniente. Essa evolução, é feita à custa da fusão entre ramificações formando uma *semi-retícula*, que para além de preencher o espaço duma forma ainda mais uniforme, permite uma maior interacção entre as partes.

O sistema formado por essa rede tende a formar um padrão hexagonal conforme vamos observar no ponto seguinte. Neste contexto, as circulares emergem, articulando ou formando novos nós na malha urbana, ao longo das linhas de menor declive. Perante estas condições e o crescimento tende para a forma circular. (FIG. 3.41).

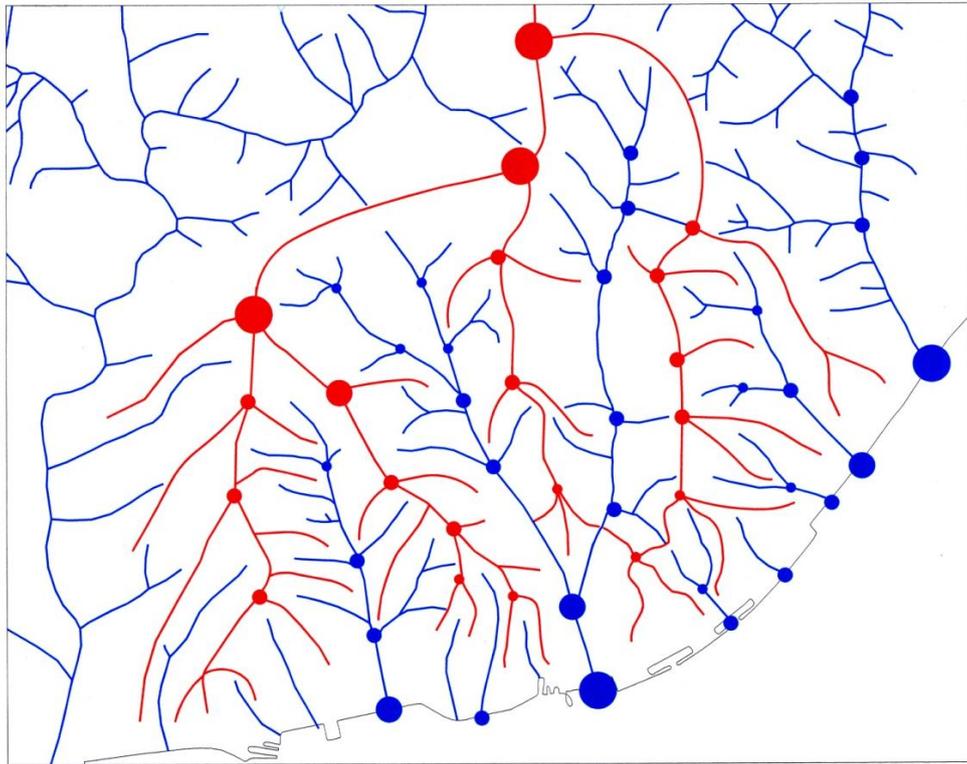


FIG. 3.39 – Fisiografia do suporte físico da cidade de Lisboa; Talvegues - azul, Festos - vermelho, Centros de encontro - Azul, Centros de Distribuição – vermelho. Escala aprox.: 1:25000 (Desenho Maria Guerreiro e Vanda Santos)

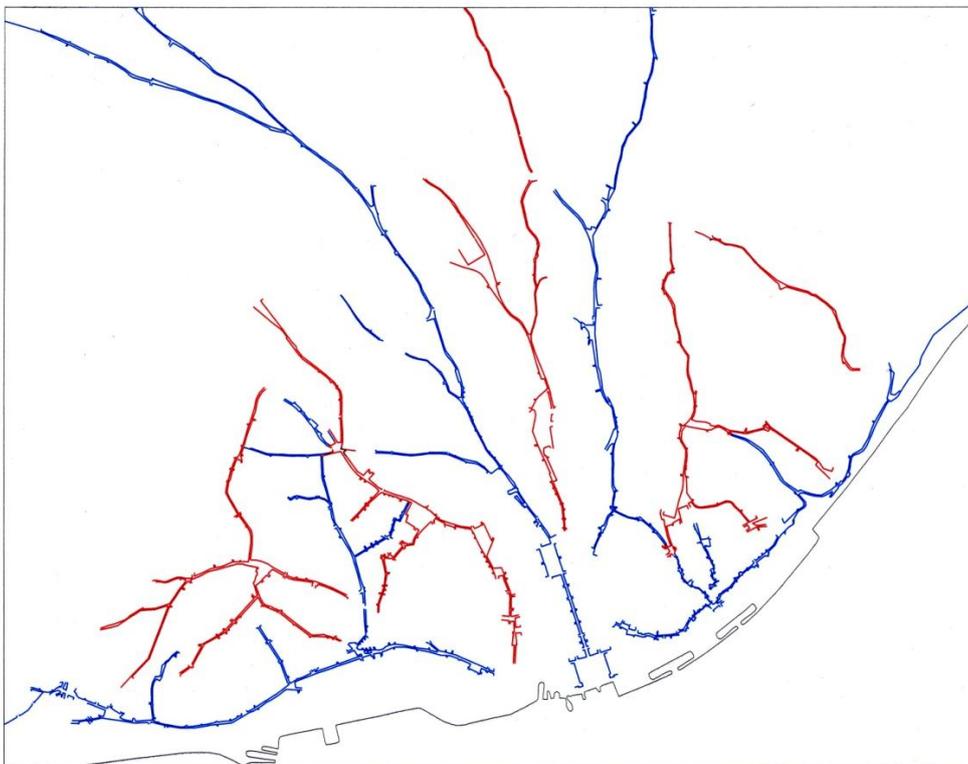


FIG. 3.40 – O padrão orgânico da cidade de Lisboa; ruas de festo - vermelho) e de talvegue - azul. Escala aprox.: 1:25000 (Desenho Maria Guerreiro e Vanda Santos)

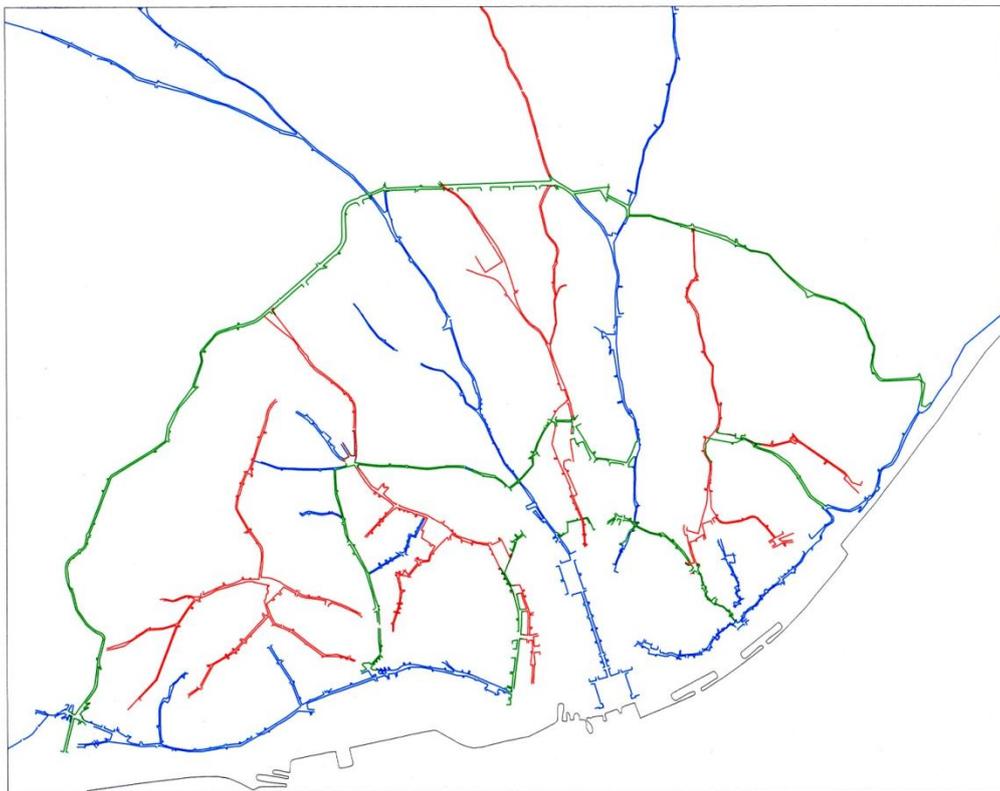


FIG. 3.41 – O padrão orgânico da cidade de Lisboa; circulares - verde.
Escala aprox.: 1:25000 (Desenho Maria Guerreiro e Vanda Santos)

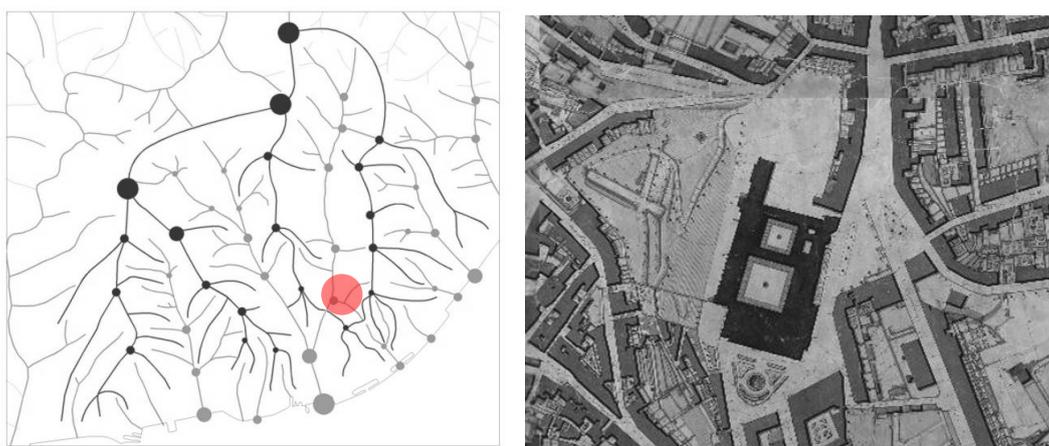


FIG. 3.42 – Largos de formação triangular: Largo da Graça, Lisboa



FIG. 3.43 – *Largos de formação triangular: Largo cruz. R. Stª Martha com Trav. Enviado da Inglaterra, Lisboa, 1911*



FIG. 3.44 – *Largos de formação triangular: Largo do Rato, Lisboa, 1911*

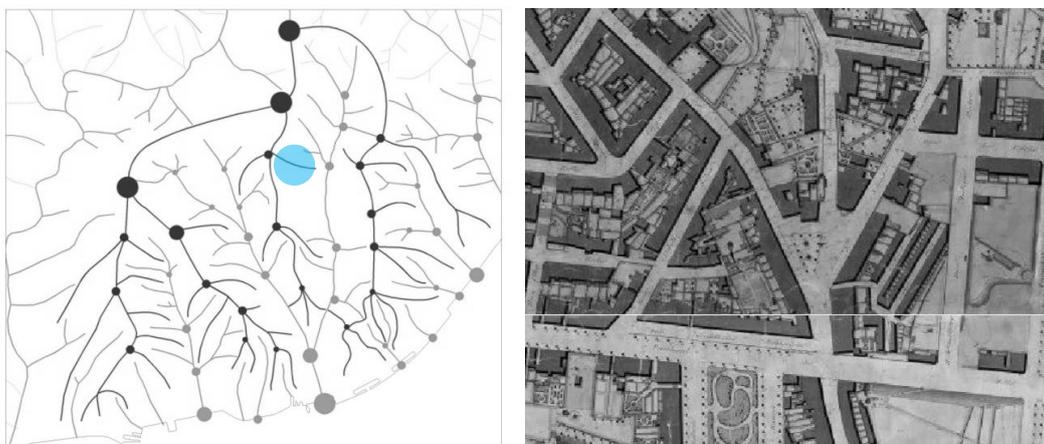


FIG. 3.45 – *Largos de formação triangular: Largo de Arroios, Lisboa*

4.6. ESTRUTURAS HEXAGONAIS / ÂNGULOS DE 120°

Finalmente, as junções triplas que formam entre si ângulos de 120° são também muito comuns entre os padrões básicos da Natureza. Como vimos no início deste capítulo, estes são os ângulos das estruturas ramificadas que conseguem a melhor optimização dos atributos geométricos: uniformidade, preenchimento do espaço, comprimento global e direcção rectilínea, pelo que despendem de menor energia e de menor gasto de material para se concretizarem.

A FIG. 3.46 apresenta dois casos típicos deste tipo de padrão que se manifesta em diferentes sistemas da natureza. O conjunto de bolhas de sabão e a carapaça da tartaruga têm semelhanças formais incríveis e a razão principal desse acontecimento deve-se ao facto de a natureza estar mais uma vez a aplicar as suas leis, de tal forma que quando os elementos se encontram em ângulos de 120° a quantidade de material necessária é menor do que se eles se juntassem de qualquer outra forma³.

A FIG. 3.47 confirma-nos esta situação. Se o nosso objectivo fosse unir os quatro pontos verificaríamos que a figura da direita é a que precisa de mais material, sendo que a do meio precisa de 94% do mesmo material e da esquerda apenas 91%. Ora a figura da esquerda é precisamente aquela que se organiza em junções triplas de 120°. Não admira portanto que esta seja uma das estruturas mais reproduzidas pela natureza.

Os ângulos de 120° aparecem na natureza nas superfícies sob tensão, ou seja, quando há uma força que tende a diminuir a extensão da superfície. Digamos que a superfície está encolhida. É este fenómeno que nos permite entender a dramática coincidência entre o conjunto das bolas de sabão e a concha da tartaruga da FIG. 3.46. As bolas de sabão minimizam a sua área total se ligarem através de junções triplas de 120°. O mesmo acontece com as linhas entre as diversas placas da concha da tartaruga. As novas células crescem ao longo dessas linhas mas gravitam para fora mantendo ajustadas as fronteiras das placas. Consequentemente as placas aumentam de tamanho e as linhas entre elas mantêm-se no mínimo. A fronteira entre as placas da concha da

³ No início do Séc. XIX, Jacob Steiner generalizou a ideia de que os sistemas tripartidos (junção de três esquinas) e consequentemente em ângulos de 120° usam menos material do que qualquer outro sistema (Stevens, 1974:172).

tartaruga ou das bolhas de sabão é minimizada. As partículas movem-se em direcção a uma configuração mínima de energia.

Vimos como as junções triplas de 120° ocorrem quando as fronteiras ou interfaces de superfícies sob tensão são minimizadas, dando origem a estruturas hexagonais. O mesmo padrão emerge quando grupos de objectos similares se comprimem, o mais perto possível como os bagos da romã, do milho, etc. Com o crescimento, os bagos são deformados e obrigados a preencher os interstícios. Cada três bagos encontram-se então num único ponto, no local duma junção tripla, com um ângulo de 120° . Assim, a expansão/compactação das unidades automaticamente produz uma rede de junções triplas (FIGS. 3.38, 3.49). Qualquer movimento destas unidades para uma configuração mais compactada e portanto optimizada, dá origem a junções triplas e consequentemente a estruturas hexagonais. Mais uma vez, observamos, através destes exemplos, como a compactação e tensão da superfície produz formas similares.

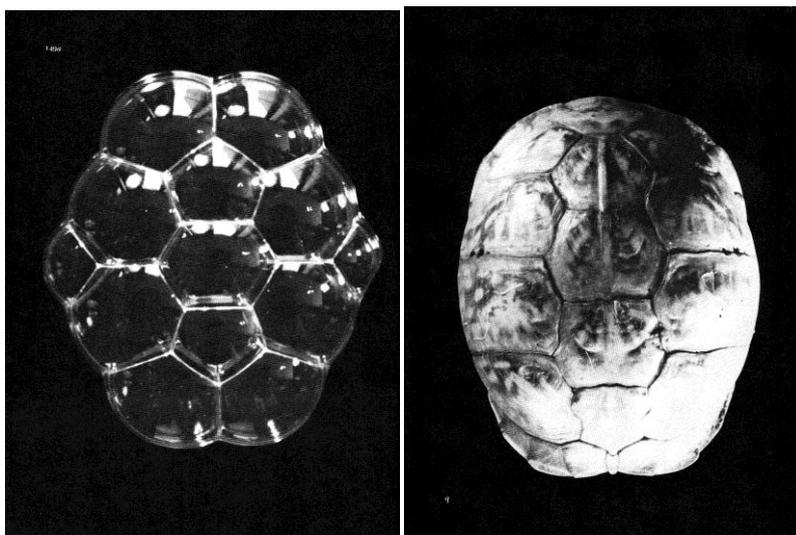


FIG 3.46 – Bolas de sabão e carapaça de uma tartaruga (in Stevens, 1974:179-180)

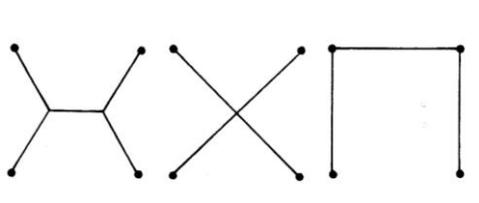


FIG. 3.47 – Junções triplas de 120° (in Stevens, 1974:172)



FIG. 3.48 – *Romã e os bagos hexagonais*
 (Foto dapan's photostream in <http://www.flickr.com> em 29.12.09)

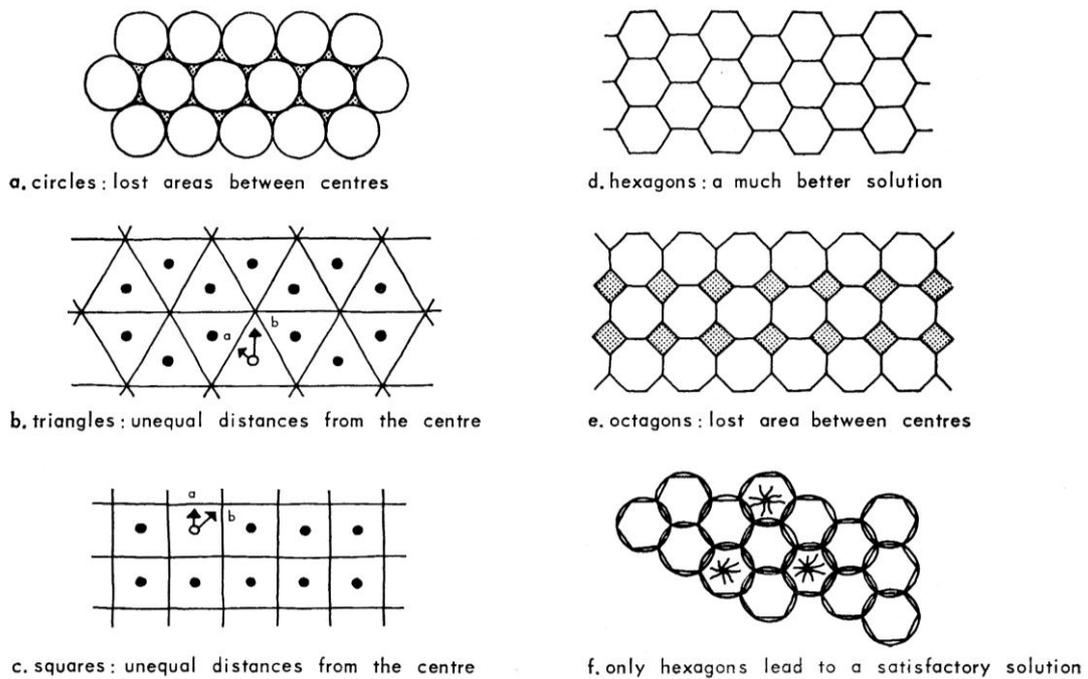


FIG. 3.49 – *Criação de padrões hexagonais* (in Doxiadis, 1968:134)



FIG 3.50 – Lama seca quebrada (Foto Maria Guerreiro)

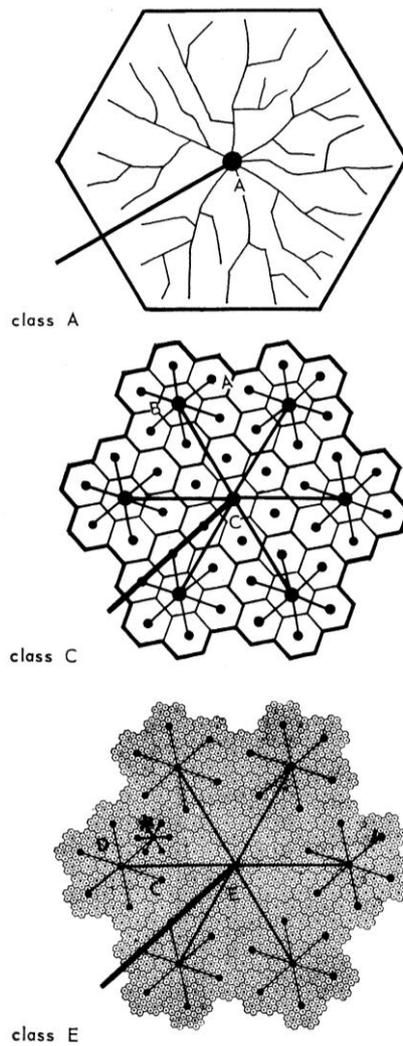


FIG. 3.51 – Estruturas hexagonais a várias escalas do território (Doxiadis, 1968:137)

As malhas hexagonais correspondem assim, às estruturas que permitem dividir o espaço em unidades iguais sem deixar espaço entre elas. Ou seja, a sua distribuição no espaço é a mais uniforme possível, para além de ser aquela cujas distâncias ao ponto central são as mais equilibradas.

Observemos agora um fenómeno inteiramente diferente, mas que produz a mesmo padrão de configuração – o quebrar dum material como a lama seca (FIG. 3.50). Assumindo que a lama é um material homogéneo, ou seja que ela não se quebra, quando seca, nas zonas mais fracas (com menos material), podemos supor que o aumento do stress (da tensão da superfície) conduz a uma ruptura cujo padrão é uma configuração de junções triplas de 120°. Na realidade, é isso que acontece, conforme podemos observar na figura referida.

Assim, a formação dos favos de mel, as bolhas de sabão, a forma dos bagos de milho ou da romã, ou da lama seca estalada, têm muito em comum. Embora formados por mecanismos totalmente diferentes, estes objectos têm uma configuração muito semelhante, produzem o mesmo padrão. A razão por que isso acontece é também a mesma: todos eles produzem as superfícies mínimas usando portanto menos material e gastando menos energia - lei dos mínimos.

De igual modo, somos levados a crer, que as cidades orgânicas sob condições homogéneas cresceriam da mesma forma. De facto, foi isso que o geógrafo Walter Christäller procurou mostrar com a sua Teoria dos Lugares Centrais que inicialmente explicou a formação do espaço territorial no Sul da Alemanha e depois foi aplicada a muitas cidades do mundo.

A teoria dos lugares centrais serve ainda hoje para explicar a forma como os diferentes lugares se distribuem no espaço. Segundo esta teoria, um lugar central fornece um conjunto de bens e serviços a uma determinada área envolvente. Cada um destes lugares centrais pode ser classificado hierarquicamente em função da quantidade e diversidade de bens e serviços que fornecem à sua área de influência. Segundo a teoria dos lugares centrais e partindo do princípio de que as pessoas procuram o lugar central mais próximo para se abastecerem e que os fornecedores seguem o princípio económico de maximização do lucro, os lugares centrais e as respectivas áreas de influência tendem a dispor-se no espaço segundo uma malha hexagonal onde cada unidade representa uma pequena comunidade, conforme podemos observar na FIG. 3.51.

Uma das críticas fundamentais a este modelo foi o facto de considerar que o espaço é homogéneo. A topografia, os rios ou as vias de transporte para várias velocidades, são exemplos de barreiras que introduzem alterações ao modelo. No entanto, o padrão existe, simplesmente não se repete sempre da mesma forma, nem dum modo tão simples, como no modelo abstracto – ele terá sempre de sofrer adaptações a cada contexto, exactamente da mesma forma que a Natureza faz. Aliás se observarmos com atenção em todos os exemplos apresentados as estruturas hexagonais não são perfeitas, algumas unidades têm pentágonos, como podemos observar na romã, nas bolhas de sabão ou na carapaça da tartaruga ou ainda na casca do ananás – são estas variações que permitem fazer as formas cilíndricas, pois só com hexágonos isso não era possível.

Por fim, interessa referir também para este padrão, a presença duma geometria fractal, que é visível nas fases de secagem da lama (FIG. 3.50) ou que no caso da cidade, corresponde à hierarquia dos centros e sub-centros que compõem as unidades hexagonais.

Capítulo 4

PROPRIEDADES EMERGENTES

“O mundo aparece-nos como um complicado tecido de eventos, no qual conexões de diferentes tipos alternam-se ou sobrepõem-se ou combinam-se para assim determinar a textura do todo”

WERNER HEISENBERG

4.1. INTRODUÇÃO: AVIDA NUM SISTEMA ESPACIAL

Acabei de apresentar os padrões básicos da Natureza em paralelo com estruturas urbanas orgânicas, não só em termos formais, mas também pela comparação das suas leis de formação. Vou agora apresentar as propriedades geométricas que determinados sistemas, como a cidade, apresentam, para os designarmos por organismos vivos, ou pelo menos para percebermos porque fazemos tal analogia, na presença de certas qualidades estruturais.

Como já tive oportunidade de mencionar, sabemos hoje, que não existe, matéria viva diferente da matéria físico-química. O nosso corpo tal como uma pedra, é composto de matéria estelar. O que diferencia, a vida da não vida, é uma certa forma de organização (Morin et al., 2007:65). Então, será legítimo perguntar, o que é a vida e mais precisamente o que é a vida numa estrutura espacial, seja ela, no universo, no planeta, numa cidade, num bairro, numa rua, num edifício, numa sala ou simplesmente num objecto pessoal.

Foi esta questão que Christopher Alexander procurou responder ao longo da sua vida e que sistematizou na sua obra *The Nature Of The Order*, Volume 1- *The Phenomenon of Live*, através de 15 propriedades geométricas que estão presentes na Natureza e na arquitectura e que o autor considera serem fundamentais e inerentes às estruturas espaciais com vida.

Embora a palavra “vida” em arquitectura seja há muito usada, as bases científicas para a sua identificação/produção ainda não tinham sido elaborados por ninguém. A vida de determinado sistema espacial é uma ideia positiva que temos de determinado espaço, que partilhamos subjectivamente mas que não sabemos descrever exactamente. Com Alexander, esta visão subjectiva vem alterar-se para algo mais concreto, definido e mensurável e com ela, uma profunda mudança na forma de ver a arquitectura e o urbanismo, segundo muitos crêem. Ele introduziu a ideia de vida como qualquer coisa que pode ocorrer num sistema espacial, uma certa qualidade estrutural com determinadas características geométricas. Esta qualidade estrutural, vida, pode existir em maior ou menor grau, em qualquer parte do espaço, ou pode não existir de todo, o que subjectivamente temos também chamado de espaços mortos.

Embora essas propriedades, tal como a própria vida, sejam propriedades emergentes e que resultam dum processo de auto-organização, podemos fazer com que elas aconteçam no espaço se as conhecermos.

Mais uma vez, a analogia entre cidade orgânica e organismo vivo é estrutural - partilham duma forma de organização semelhante. Se a vida é uma certa forma de organização, então a designação cidade orgânica não é apenas metafórica – ela é realmente um organismo de terceira ordem, uma forma de vida muitíssimo recente como se discutiu no Capítulo 1 e que nós podemos construir, se soubermos quais as características dessa organização.

Esta estrutura espacial, tem como peças do jogo, entidades, que o autor definiu por “*centros*”, por oposição a objectos ou partes. A meu ver esta “*teoria dos centros*”, tem grandes paralelos com a teoria quântica, que destruiu o conceito de objectos sólidos, noção que permanece válida apenas no domínio da nossa experiência quotidiana, onde a física clássica continua a ser uma teoria útil.

A investigação sobre a estrutura dos átomos e consequentemente a constituição da matéria, levada a cabo na primeira metade do Século XX, revelou que os átomos consistem em vastas regiões de espaço vazio, nas quais as partículas extremamente pequenas – os electrões – se movem à volta do núcleo. A razão porque os objectos que nos rodeiam, que consistem na sua maioria de espaço vazio, tem um aspecto tão sólido, resulta da estabilidade dinâmica de forças, ligações, interconexões e não de blocos de construção da matéria como se concebia tradicionalmente.

Assim a teoria quântica veio implicar que não podemos decompor o mundo em unidades mais pequenas com existência independente: Ao nível macroscópico, ou seja ao nível da zona de dimensões médias, é possível dizer que as coisas são constituídas por partes, porque as forças que as mantêm são relativamente fracas. Assim falamos de átomos, moléculas, células, órgãos, corpos, paredes, edificios, etc. Mas ao nível das partículas sub-atómicas, já não é possível ver as coisas desta maneira. Nesta zona, a única coisa visível é uma teia de relações que é intrinsecamente dinâmica ou seja as propriedades das partículas sub-atómicas apenas podem ser compreendidas num contexto dinâmico – em termos de movimento, interacção e transformação. “*A física moderna vem assim revelar a matéria, não como passiva e inerte, mas como um modo*

contínuo de vibração, cujos padrões rítmicos são determinados pelas estruturas moleculares, atómicas e nucleares” (Capra, 2009:195).

Consequentemente, ao nível da zona de dimensões médias, e para o urbanismo em particular, esta teoria traz profundas implicações nos estudos da relação da forma com o contexto, bem como na dualidade forma (edifícios) e espaço (vazio). Como vimos anteriormente no Capítulo 2, são as relações, as forças que moldam a forma. O conceito de centro fundamenta-se, assim, na ideia de que a forma e contexto não se podem separar e que o espaço/matéria é constituído por um contínuo de entidades, centros relacionados uns com os outros, formando uma estrutura e uma ordem global que o autor designa por totalidade ou inteireza, (Wholeness)¹. Deste modo, não devemos olhar para um objecto, apenas como uma parte da realidade, como algo separado do seu contexto, mas sim um centro, ou um conjunto de centros que se associam com uma certa organização e que não têm qualquer valor como entidades isoladas. A definição de centro é pois uma definição recursiva. Isto significa que um centro, só pode ser definido à custa de outros centros, não tendo qualquer valor por si próprio. *“Um centro não é um elemento primitivo. Os centros são já composições e no entanto são os únicos elementos básicos disponíveis. Eles são bocados do todo que aparecem como estruturas inteiras, ou seja também como todos”* (Alexander, 2002a:116).

Se observarmos uma árvore, nós vemos a árvore como um centro, os ramos como centros, as flores como centros e as suas pétalas também são centros. O facto porque vemos a árvore como um centro é porque a vemos como um todo. Vendo-a como um todo, vemos que ela é feita de outros centros, todos, os quais podemos identificar como sendo os ramos, as folhas, as flores, os frutos, etc.

Existe assim uma circularidade fundamental, que anteriormente se designou por geometral fractal, característica dessa ordem global, totalidade ou inteireza (wholeness), que se repete na organização dos centros para a formação de todos que discernimos, como objectos independentes numa visão clássica do espaço. Esta circularidade não é um erro ou a indicação duma lógica viciada, muito pelo contrário, é uma característica essencial do espaço/matéria que é essencial à compreensão de estruturas espaciais com vida (Alexander, 2002a:118).

¹ Designação também usada por David Bohm conforme vimos no Capítulo 1

A noção de centro está pois ligada à ideia de que tudo está ligado a tudo e à existência duma relação necessária entre as coisas. Este é um dos temas mais discutidos pelos investigadores na actualidade e aparece muitas vezes ligado à ecologia e às outras ciências da complexidade, mas também às artes. Trabalhos recentes, sobre a ecologia da terra tem mostrado a mais-valia de olharmos para o planeta como um organismo vivo e portanto como um todo, tal como o descreveu James Lovelock na célebre “*Hipótese de Gaia*”.

Para percebermos e quantificarmos esta qualidade “vida” num sistema espacial precisamos de perceber o que é um centro. Mas para entendermos a noção de centro precisamos primeiro de entender a noção de totalidade ou inteireza (*wholeness*) – este é um aspecto fundamental para o entendimento do que é a vida num sistema espacial.

Wholeness, é assim, uma característica do espaço que aparece em todo o lado, em toda a parte do espaço/matéria. Qualquer configuração do espaço/matéria que nós reconheçamos, edifício, rua ou praça é composto por entidades com base nas quais o *wholeness* é feito. É a estas entidades que Christopher Alexander chamou *centros* porque essas entidades tem a particularidade de nos aparecerem como centros locais dentro dum todo maior. *Wholeness* é um sistema de centros.

A razão por que é preferível chamar *centro* em vez de *parte*, deve-se ao facto de não ser possível definir e delimitar exactamente essa entidade. É muito difícil definir os seus limites. Como um lago, por exemplo, cujas margens se tornam muito difíceis de definir – isto não significa que o lago não existe como um todo, ele existe sim, nós é que não conseguimos defini-lo exactamente, no entanto temos plena consciência da sua entidade. O que interessa na definição dum lago enquanto entidade coerente é que a sua organização é causada por um campo de forças no qual os vários elementos trabalham juntos para produzir o fenómeno centro.

Esta definição de centro não corresponde necessariamente ao centro de gravidade mas sim à identificação de uma zona organizada do espaço, ou seja, uma zona de pontos distintos, que por causa da sua organização, da sua coerência interna e da sua relação com o contexto, exhibe egocentrismo.

No urbanismo, e do ponto de vista desta relação que existe entre as coisas, se nós chamarmos partes a determinados objectos, edifícios, praças, escadas, etc. elas passam a existir na nossa mente como objectos isolados, mas se lhes chamar-mos centros,

estamos a acrescentar algo extra ao nosso pensamento sobre esses objectos: nós tomamos consciência das relações entre as coisas. Ao chamar centro a uma parte ou objecto, eu penso nessa coisa como algo que irradia a partir dum centro e se estende para lá das suas fronteiras. Assim, ficamos muito mais despertos para o parentesco entre as coisas e como realmente elas são, ou seja, passamos duma visão fragmentária e racionalista da realidade para visão holista integradora e sistémica.

Wholeness é assim uma propriedade crucial do espaço/matéria. Não é somente uma percepção visual enquanto resultado da focagem em determinadas áreas do espaço. Ela é antes estrutura real e fundamental, uma coisa em si própria. É fonte de coerência e ordem que existe em qualquer parte do mundo (Alexander, 2002a:90).

Wholeness, definida como um padrão de centros, é portanto uma propriedade do espaço que actua a várias escalas, desde as partículas subatómicas ao universo. O carácter real do mundo é governado pela geometria dos centros que animam o espaço.

Posto isto, o autor sugere que a vida numa estrutura espacial depende do padrão que esses centros formam entre si, da forma como se relacionam, da sua densidade e da forma como colaboram para formar uma unidade (Alexander, 2002a:106). A vida de um objecto, um edifício, uma cidade, um qualquer sistema espacial, depende da forma como os centros estão organizados, se complementam e se reforçam uns aos outros. As 15 propriedades enunciadas pelo autor e que a seguir se interpretam com o objectivo de perceber a cidade orgânica, são diferentes modos de perceber como isso pode ocorrer.

A vida é pois estrutural, as redes, as ligações, as interconexões, são o padrão básico da organização dos organismos vivos e esta é uma qualidade discernível também no espaço através dessas propriedades que são ao fim e ao cabo propriedades sistémicas, quer dizer, do todo. São elas: *Níveis de escala, Centros fortes, Limites, Oscilação ou repetição alternada, Espaço positivo, Boa forma, Simetrias locais, Interligação profunda e ambígua, Contraste, Gradiente, Rugosidade, Eco, O vazio e Não separação*

Estas propriedades reflectem pois o comportamento dos centros, sendo que a vida existe porque os centros existem e se entreejudam – é esta ajuda mútua que dá origem à vida - isto é, um aspecto crucial da coisa todo e quanto mais uma estrutura espacial tiver o carácter de centro, mais vida ela terá. No entanto, isso não é determinado por um fenómeno local. É determinado pelo modo como um centro se

implanta num sistema geral de centros e do grau de vida que esses outros centros possuem (Alexander, 2002a:126).

Vamos observar as propriedades em separado, no entanto elas nunca acontecem em separado – apenas por questão de sistematização e de apresentação da teoria e consequentemente do seu entendimento, elas são aqui expostas separadamente. No entanto as suas relações mais directas vão-se estabelecendo ao longo do capítulo.

Procura-se aqui concretizar esta teoria para o estudo do urbanismo orgânico e como complemento dos padrões identificados no capítulo anterior partindo do pressuposto, que existe uma ordem implícita, comum a todas as coisas que têm vida, independentemente de serem artefactos ou produtos da natureza e que foi aqui designada por *totalidade* ou *inteireza* (wholeness).

4.2. NÍVEIS DE ESCALA

Entre as propriedades geométricas identificadas pelo autor que caracterizam uma estrutura espacial com vida, os níveis de escala são a mais evidente. Também Henri Laborit nos fala deste princípio fundamental, que designa por níveis de organização e que segundo ele, são uma característica fundamental dos organismos vivos, porque funcionam como um sistema de controlo automático que assegura a coesão funcional do conjunto e portanto fundamental às estruturas auto-organizadas (Laborit, 1971:17-18).

Para que esta coesão possa existir, os saltos de escala não devem ser muito grandes, sobre pena de se cometerem grandes erros, quer estejamos a falar dum organismo vivo, um edifício ou duma cidade. Segundo Christopher Alexander, os centros contidos nas estruturas espaciais com vida têm diferentes níveis de escala e esses tamanhos existem em séries de bem marcados níveis, ou seja, existem centros grandes, centros médios, centros pequenos e centros muito pequenos (Alexander, 2002a).

Uma grande variedade de todos bem formados e de diferentes tamanhos é muitas vezes a primeira coisa que se nota nos objectos que têm vida, como podemos observar na Fig. 4.1.

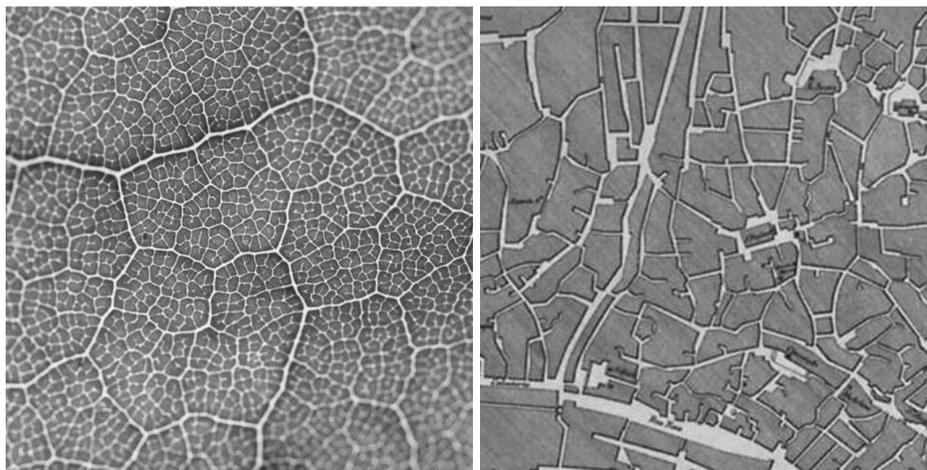


FIG. 4.1 – **a)** *Tecido de uma folha (Foto Maria Guerreiro); b)* *Planta de João Nunes Tinoco, baixa de Lisboa antes do terramoto de 1755*

As imagens representam em paralelo, a hierarquia dum sistema de veios numa folha vegetal e do sistema de ruas da baixa de Lisboa antes do terramoto, bem como os espaços hexagonais por eles definidos. Ambos são entidades, centros que trabalham em conjunto e de uma forma sobreposta e portanto dobrada no espaço. Assim os veios/ruas da hierarquia superior representam os centros maiores. A hierarquia seguinte de veios/ruas, que fazem a distribuição mais local de fluxos, são os centros de média dimensão. Depois temos ainda mais dois níveis de centros, os veios /ruas mais pequenas e as muito mais pequenas, sendo estes últimos de acesso mais restrito e por isso não chegam a ligar-se em rede como os restantes níveis.

Se nos focarmos agora no sistema de centros definido pelas estruturas hexagonais, encontramos pelo menos quatro níveis bem definidos e com saltos de escala proporcionais. É esta diferença de tamanhos, bem proporcionada que faz com que os centros ou seja as entidades discerníveis (veios/ruas ou os espaços hexagonais por eles definidos) se reforcem uns aos outros e ganhem coesão.

Podemos ainda verificar na FIG. 4.2, uma paisagem tradicional e na FIG. 4.3, uma paisagem recente, respectivamente, situações em que esta propriedade se verifica ou não. No caso da paisagem tradicional, a extensão das escalas forma um contínuo que liga o sistema espacial e o torna num todo. Para que esse contínuo se mantenha, é importante que os saltos de escala não sejam demasiado grandes, ao contrário do que acontece na paisagem recente da periferia de Lisboa.

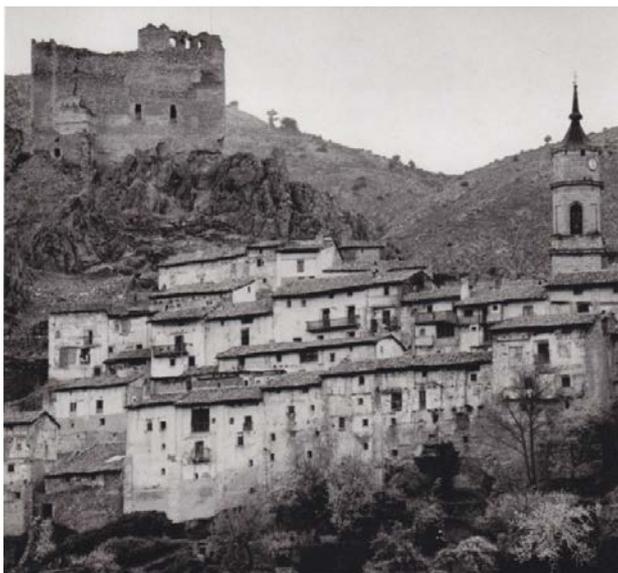


FIG. 4.2 – *Uma paisagem construída tradicional, Alcala, Espanha* (in Carver, 1988:10)



FIG. 4.3 – *Uma paisagem construída recente na periferia de Lisboa – Apelação*
(Foto Israel Guarda)

Estas duas imagens têm em comum, o facto da sua configuração global não resultar duma produção consciente do todo. No entanto, e para o caso da paisagem tradicional, são bem visíveis pelo menos 4 níveis de escalas de centros: O relevo, o castelo e a igreja, centros maiores, as casas, centros médios, as janelas maiores, centros pequenos e as janelas pequenas, centros muito pequenos. No caso da paisagem recente da periferia de Lisboa, a diversidade de tamanhos dos centros é muito reduzida e a relação entre tamanhos mal definida, com grandes saltos de escala, dando origem a uma configuração fragmentada que não se liga facilmente aos centros do contexto envolvente, não consegue formar inteireza e portanto não tem vida.

Um centro torna-se assim mais intenso e com mais vida, quando os outros centros à sua volta têm com ele uma relação de tamanhos bem definidos, a uma escala

que é talvez metade do seu tamanho ou o dobro do seu tamanho, mas não enormemente grande ou enormemente pequena. Deste modo para intensificar um determinado centro, temos de criar outro centro, talvez com metade ou um quarto do tamanho do primeiro. Mas se o centro mais pequeno for menos de um décimo do tamanho do centro maior, é muito pouco provável que o primeiro venha a ajudar a intensificar o segundo (Alexander, 2002a:149)

Como podemos constatar no Capítulo 3, todos os padrões da Natureza apresentados têm, sem exceção, esta propriedade. Os padrões em espiral do bróculo romanesco, os meandros de um rio, a explosão da pinga de leite, a fisiografia do território ou as árvores, bem como as estruturas hexagonais, são exemplos de estruturas espaciais com vida, onde os múltiplos centros que se entre-ajudam, pela relação correcta que mantém entre os diversos tamanhos. Esta propriedade não é mais do que a geometria fractal de que temos vindo a falar sucessivamente ao longo deste trabalho e que encontramos em todas as estruturas da Natureza - característica fundamental da auto-organização e portanto das estruturas com vida.

Esta será também, porventura, a forma mais uniforme de distribuição no espaço, aquela que usa menos material e menos energia. Os níveis de escala são ao fim e ao cabo, a hierarquia que é fundamental em qualquer organização, que permite encontrar a forma ideal para cada tamanho. A diversidade de escalas dos diversos centros, forma um contínuo que unifica o sistema espacial e o torna um todo.

Percebemos que este aumento sucessivo se dá através de níveis de escala e cada escala é composta por um todo coerente de centros, sendo que abaixo e acima dessa escala existem outros níveis também eles todos coerentes. Apesar de algumas tentativas, ainda não está formulada uma teoria que explique este fenómeno geral que acontece nos sistemas naturais. No entanto, explicada ou não, os seres vivos e as estruturas espaciais com vida, entre as quais a cidade orgânica, parecem ter grandes afinidades com esta propriedade geométrica designada por Alexander por níveis de escala e por Laborit por níveis de organização e que, como vimos, tem o seu eco na teoria fractal.

4.3. CENTROS FORTES

Paralelamente aos níveis de escala, e intimamente relacionado com essa propriedade que acabamos de enunciar, outro aspecto muito importante dum coisa que tem vida, e portanto se comporta como um todo, é o facto de esta conter um centro forte de atenção, o centro que comanda cada escala. Um centro forte, em qualquer sistema espacial, é um campo de forças. É qualquer coisa que mesmo que não se possa observar, sabemos que está lá, porque ficam visíveis as múltiplas forças de ligação que o todo estabelece com ela, ou seja, fica a sensação de que, todo o conjunto está organizado para suportar e rodear esse centro. E quanto maior for o número de ligações mais forte é o centro.

Qualquer centro forte é constituído por muitos outros centros fortes visíveis a outras escalas, uma multiplicidade de centros, que se organizam de tal forma que ajudam a formar esse centro forte. Na FIG. 4.4 podemos ver como centros mais pequenos se reforçam mutuamente e formam um todo, um centro forte, que dá vida a esta estrutura espacial.



FIG. 4.4 – Flores de um cacto (Foto Maria Guerreiro)

Um centro forte é pois uma noção recursiva e fractal, que só se explica pela relação que tem com outros centros. Em cada nível de escala, um centro é mais forte do que outros, é o centro da composição naquele momento, para aquele tamanho e para aquela configuração. Não significa que seja maior do que os outros, ou que exista como

um objecto definido. Na figura referida, percebemos melhor, o modo como os centros se organizam para produzir este efeito. Este é também um aspecto que está presente em todos os padrões da natureza mencionados no Capítulo 3, particularmente visível nas espirais, nas explosões e nas ramificações. É também uma característica essencial das cidades e particularmente da cidade orgânica. Os centros fortes desempenham um papel fundamental na imagem e na vida da cidade por criarem pontos focais ou de encontro com muita facilidade. Lisboa é um caso paradigmático desta situação, conforme vimos na FIG. 3.40 no Capítulo 3, quando analisamos o padrão ramificações. As praças do Rossio e do Comércio, em conjunto com toda a baixa Pombalina, representam um centro forte, à volta do qual gravitam outras zonas centrais resultantes da estrutura ramificada hierarquizada e fortemente apoiada nos braços das Avenidas da Liberdade e Almirante Reis.

Verificamos ainda como esses centros urbanos coincidiam com os pontos notáveis do território. O caso do Rossio, tal como a Praça do Comércio coincidem com dois importantes centros de encontro da fisiografia do território para onde escoam em ordem crescente todos os fluxos, água, ar, percursos, etc. São portanto também centros de gravidade. Mas acontece, também com muita frequência, o contrário: O centro principal coincide com o ponto mais alto e domina o *skyline*, bem assinalado por um edifício singular, igreja, castelo, etc., onde existe uma sequência progressiva de centros (zonas de intensidade promovidas pela topografia) que se reforçam mutuamente, nos diversos patamares da encosta até atingir o topo, (FIG. 4.5).

Se o centro é meramente qualquer coisa no meio que desaparece quando o cobrimos, ou seja, não tem esta qualidade progressiva, sequência, campo de forças que nos leva até ele, então este centro tem muito pouco poder. Para ser um centro forte, é necessário que todo o sistema espacial esteja organizado de tal forma que, suporte e circunscreva esse meio – o campo visual está orientado para esse centro. A FIG. 4.5 representa um exemplo claro desta situação. A igreja ou a protuberância do telhado não precisavam de lá estar para se saber que este é o centro do sistema espacial.

Mas, a centralidade forte pode também ser criada pelo próprio vazio, como é o caso da Praça do Giraldo em Évora (FIG. 4.6), cuja centralidade está definida pelo grande número de ligações que indicam a sua existência.



FIG. 4.5 – *Valbona, Espanha* (Carver Jr., 1988:74)



FIG. 4.6 – *Praça do Giraldo, Évora* (Instituto Geográfico do Exército)

A formação de centros fortes juntamente com os níveis de escala é um dos aspectos mais importantes na estrutura dum sistema espacial com vida, sendo por isso aspectos essenciais a ter em conta no desenho de novos sistemas espaciais ou na reconversão dos já existentes.



FIG. 4.7 – *Região de Castela, Espanha* (Foto Maria Guerreiro)



FIG. 4.8 – *Vila Franca de Xira, Portugal* (Foto Maria Guerreiro)

A FIG. 4.7 mostra-nos de uma forma muito simplificada, o modo como esta propriedade pode emergir no ambiente construído através da correcta implantação dos edifícios no seu contexto territorial. A igreja implantada numa plataforma inferior ao pico principal (centro forte), cria um centro secundário que dá mais união ao conjunto. É preciso notar no entanto, que as vantagens desta localização não são puramente estéticas ou simbólicas. Existem outras forças em jogo, mais importantes, que subordinam as construções ao território e que as tornam muito estéticas – uma delas será certamente as condições climáticas que se fazem sentir naquela zona protegida do vento. Estas são de facto características muito importantes que caracterizam o nosso

território tradicional, mas que têm desaparecido nos tempos mais recentes como se procura mostrar na Fig. 4.8, onde não há qualquer entre ajuda dos centros. Quer dizer, a massa construída não contribuiu para formar união, todo, inteireza.

4.4. LIMITES

Os centros, ou todos com vida, são muitas vezes, formados ou reforçados por uma fronteira. A fronteira forma assim um campo de força que cria e intensifica o centro que fica por ela circunscrito. Este limite tem um duplo propósito: focar a atenção no centro, ajudando assim à sua produção, bem como, ligar o centro circunscrito ao mundo para lá da fronteira. Para que isso aconteça, é necessário que a fronteira seja, ao mesmo tempo, distinta do centro circunscrito para o manter separado da envolvente e simultaneamente ter a capacidade de unir esse centro ao mundo exterior. Dito de outro modo, a fronteira é ela própria formada por centros. Assim, a fronteira unifica e separa ao mesmo tempo e ao percebermos o espaço desta forma, as ideias fixas de centro e de limite dissolvem-se.

Para que a fronteira seja efectiva, esta deve ser da mesma ordem de magnitude do que o centro que circunscribe. Se a fronteira for muito mais pequena, do que a coisa que ela envolve, ela não ajuda muito à produção dum centro, dum todo. Na verdade, é preciso pensar nas fronteiras como algo bastante largo, às vezes surpreendentemente largo, como podemos verificar na Fig. 4.9.

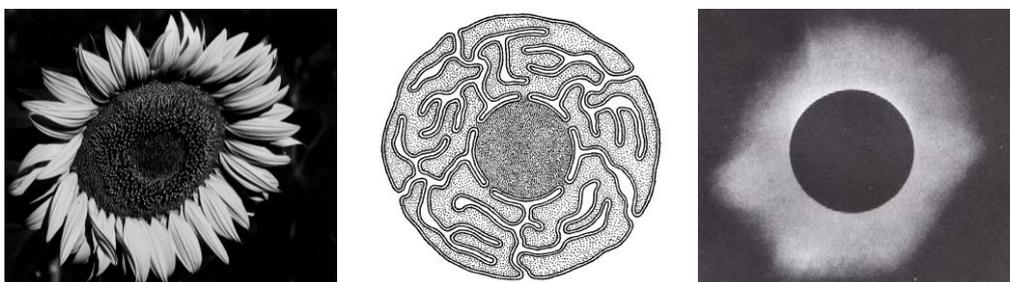


FIG. 4.9 – *Um girassol, uma célula e o eclipse do Sol* (M. Guerreiro; Alexander, 2002a:255;254)



FIG. 4.10 – *Val di Faora, arredores de Florença, Itália* (Carver Jr, 1983:40)

Na natureza nós encontramos muitos sistemas com poderosas e largas fronteiras, também elas compostas por centros, como é o caso do girassol, cujo centro fica bem delimitado por uma larga fronteira de pétalas (centros) de cor diferente. A fronteira é ela própria formada por centros que criam conexões para dentro da fronteira e conexões para o exterior.

Estas fronteiras largas resultam de necessidades funcionais de separação e de transição entre dois sistemas diferentes. Elas ocorrem essencialmente porque onde quer que dois fenómenos diferentes interajam, existe também uma zona de interacção que é uma entidade em si própria, tão importante como os sistemas que ela separa. No sol, ou noutro extremo, a célula orgânica, esta zona de interacção também acontece.

Se voltarmos mais uma vez à malha urbana de Lisboa e quando observámos o padrão ramificações, verificamos que as linhas de festo e as linhas de talvegue, sobre as quais se desenvolveram os principais eixos de desenvolvimento da cidade funcionam, ora como limites, ora como centros, de subsistemas espaciais, qualquer um deles composto por pequenos centros, (FIGS. 3.39 e 3.40). Também o padrão urbano *City Country Fingers*, conforme vimos no padrão explosões remete para esta propriedade (FIG. 3.29). Os dedos de cidade ou de campo entrelaçados funcionam ora como centros, ora como limites, reforçando-se simultaneamente.

A envolvente dos assentamentos urbanos também reforça a sua identidade como centros conforme podemos observar na FIG. 4.10. No entanto, essa área de transição é

composta de múltiplos e infinitos centros, entre os quais podemos visualizar as árvores. Mas as árvores também se dividem em múltiplos centros: Os troncos, os ramos, as folhas, ... as células.

A cidade e o território são compostos por n entidades, que são simultaneamente centros ou zonas de transição, fronteiras. Os telhados que rematam os edifícios e desenham o *skyline*, reforçam o centro urbano como um todo, (FIG. 4.10). Uma rua é simultaneamente espaço de transição entre edifícios mas é também um espaço de interacção e um centro forte, (FIG. 4.11).

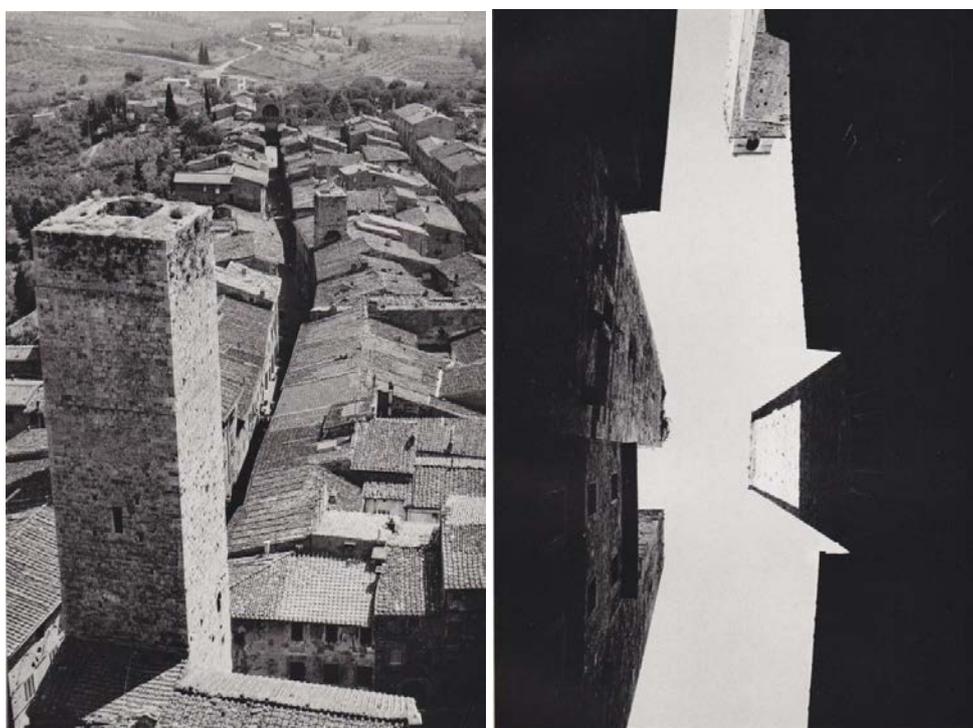


FIG. 4.11 – Uma rua em San Gimignano, Itália (Carver Jr, 1983:50,55)

4.5. OSCILAÇÃO OU REPETIÇÃO ALTERNADA

A repetição só por si consegue criar harmonia: “*De alguma forma o sentido de ordem numa coisa vem do facto dos elementos se repetirem várias vezes*” (Alexander, 2002a:166). Esta é uma das formas pelas quais os centros mais se enfatizam uns aos outros e conseqüentemente criam vida numa estrutura espacial. No entanto, para que exista vida é necessário um tipo de repetição muito especial. É a designada repetição alternada, que é uma forma de repetição em que o ritmo dum conjunto de centros, que

se repetem, é intensificado pelo ritmo paralelo dum segundo sistema de centros que se repetem numa forma alternada com este. Por vezes, estes dois sistemas de centros dão origem a um terceiro sistema, que mais uma vez se repete, e oscila como os primeiros. *“A diferença entre um tipo de repetição que tem vida, e suporta a vida, e o tipo de repetição banal reside sempre nesta oscilação”* (Alexander, 2002a:169).

Numa repetição alternada o que se repete não são simplesmente as unidades, mas também o espaço entre essas unidades. E muitas vezes a própria repetição se repete, criando imagens auto-semelhantes, mais uma vez evidenciado o carácter recursivo das estruturas da natureza.

Na maioria dos padrões da Natureza, verifica-se que, as unidades que se repetem são alternadas por uma segunda estrutura que também se repete, as oscilações do relevo, as ramificações das árvores e os espaços entre essas ramificações, as folhas e os espaços entre elas, uma flor e os espaços entre as suas pétalas – em todos estes casos, o espaço vazio também se repete e também é uma entidade, um centro. Mas a questão central da repetição desta segunda estrutura é a coerência em si própria dos seus centros secundários. Não são apenas lidos com fundo mas também como forma. *“Isto acontece na maior parte dos sistemas naturais porque os centros secundários ocorrem como sistemas coerentes neles próprios, com as suas próprias leis, o seu próprio processo e estabilidade”* (Alexander, 2002a:260). O carácter de inteireza e consequentemente de vida dum sistema espacial vem deste tipo de repetição.

Na maioria dos padrões da Natureza, verifica-se que, as unidades que se repetem são alternadas por uma segunda estrutura que também se repete, as oscilações do relevo, as ramificações das árvores e os espaços entre essas ramificações, as folhas e os espaços entre elas, uma flor e os espaços entre as suas pétalas – em todos estes casos, o espaço vazio também se repete e também é uma entidade, um centro. Mas a questão central da repetição desta segunda estrutura é a coerência em si própria dos seus centros secundários. Não são apenas lidos com fundo mas também como forma. *“Isto acontece na maior parte dos sistemas naturais porque os centros secundários ocorrem como sistemas coerentes neles próprios, com as suas próprias leis, o seu próprio processo e estabilidade”* (Alexander, 2002a:260). O carácter de inteireza e consequentemente de vida dum sistema espacial vem deste tipo de repetição.

É ainda muito curioso verificar, na repetição alternada dos sistemas naturais, que o tamanho físico da estrutura secundária é da mesma ordem de magnitude da primeira. Na verdade, o que acontece é um movimento alternativo ou oscilação, uma onda, que produz uma profunda sutileza. Podemos vê-la na areia à beira-mar (FIG. 4.12) ou na geometria das montanhas e dos vales que observamos na FIG. 4.13 – as cumeadas, repetem-se e os vales também, deixando marcas na geometria dos assentamentos humanos que reproduzem essa repetição alternada de centros como foi caso da cidade de Lisboa.



FIG. 4.12 – *Relevo na areia* (Foto bobj03054 in <http://www.flickr.com> em 11.07.2010)

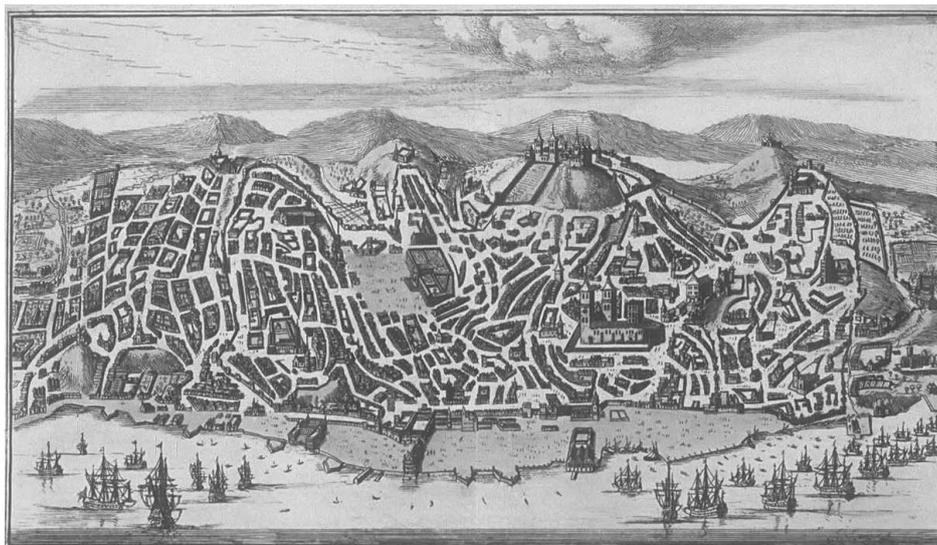


FIG. 4.13 – *Vista em perspectiva de Lisboa, Braunio, 2ª metade do Séc. XVI, (in <http://www.urban.iscte.pt>, Outubro 2002)*

O padrão urbano *city county fingers* formulado por Christopher Alexander e que se identificou no Capítulo 3, é também um bom exemplo do funcionamento deste sistema alternado na cidade, centrado ora no eixo de cumeada, ora no eixo de fundo de vale.

Finalmente, quando a estrutura tem intensa vida, a repetição tende a ser não exacta, existe uma variação subtil dos seus elementos – é essa variação subtil que lhe dá vida – isto acontece porque os centros não são idênticos mas modificados, cada um, de acordo com a sua posição no todo, criando uma variação subtil na repetição.

4.6. ESPAÇOS POSITIVOS

O espaço positivo é também algo muito importante para garantir a inteireza do espaço e conseqüentemente para gerar vida numa estrutura espacial. A sua definição é muito simples “*qualquer parte do espaço tem forma positiva como centro. Não há espaço residual. Cada forma é um centro forte, e todo o espaço é construído de tal modo que, este só tem centros fortes*” (Alexander, 2002a:176).

Espaço positivo é algo que incha e cresce para o exterior, nunca é o espaço que sobra como resultado duma forma adjacente. Cada todo, é configurado essencialmente

pela forma dos todos à sua volta compostos por centros com vida, que se entre-ajudam e se reforçam-se mutuamente.

O espaço positivo é um espaço que contém enclausura e que é convexo. Conforme podemos verificar na FIG. 4.14, um espaço é convexo, quando uma linha, juntando quaisquer dois pontos dentro do próprio espaço, permanece totalmente dentro dele. Isto implica, que a partir de qualquer ponto eu vejo todos os outros pontos existentes nesse mesmo espaço, isso quer dizer que, qualquer ponto dum espaço positivo é um centro forte.

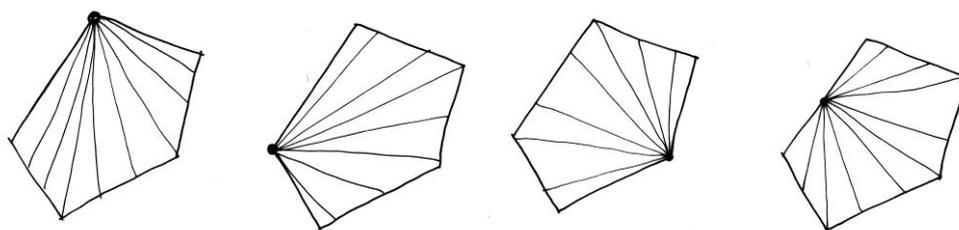


FIG. 4.14 – Espaço convexo (Desenhos Maria Guerreiro)

O espaço estruturado por formas positivas é também um espaço fractal, ou seja, qualquer divisão que eu faça dum espaço positivo, ele é sempre um espaço positivo. Na grande maioria dos sistemas naturais, os espaços desenvolvidos, formam assim um contínuo inquebrável de espaços positivos. Isto acontece, porque, os espaços são formados a partir de dentro como todos. De acordo com a sua organização funcional específica, cada espaço, é um todo positivo em si próprio. A natureza positiva do espaço é pois necessária para preservar a inteireza (integridade) do sistema (Alexander, 2002a:261).

Como vimos anteriormente no Capítulo 3, as superfícies que crescem sob tensão e que têm tendência para formar estruturas hexagonais, como é o caso da carapaça da tartaruga ou do conjunto de bolhas de sabão, formam espaços positivos, porque crescem de dentro para fora. O mesmo se passa com os veios das folhas ou como a lama seca. Todos são espaços positivos.

Uma imagem muito representativa deste conceito, é a apresentada na FIG. 4.15. Aqui podemos observar uma mancha de tinta a flutuar na gelatina, onde cada elemento, tinta e gelatina, trabalham sob pressão, formando cada uma, o seu espaço coerente, inteiro, positivo. O mesmo se passa com a romã ou o milho na maçaroca, cujos bagos se

vão empacotando à medida que crescem por forma a não deixar nenhum espaço residual. Assim se passa com as células e respectivos interstícios. Assim se passa com a cidade consolidada, sendo esta uma das características principais dos espaços orgânicos e consequentemente das estruturas espaciais com vida.

Este é de facto um dos atributos geométricos mais importantes em urbanismo, porque esta propriedade permite a vivência efectiva de cada espaço. Ela é pois uma propriedade emergente que resulta de imensos conflitos e tensões entre o espaço edificado e o espaço não edificado. No entanto, nos planos e nos projectos urbanos, existe uma grande tendência a reduzir o papel destas forças na produção dos espaços urbanos. Isso acontece, porque esses planos e projectos procuram impor uma ordem de cima para baixo e no entanto, os espaços positivos, nascem de baixo para cima e dentro para fora.

Com o objectivo de compreender melhor a estrutura física das nossas cidades tendemos a organizar e a separar as variáveis urbanas em dois grupos opostos: O espaço edificado que se percebe como forma ou cheio e o espaço não edificado (interstício) que se percebe como fundo ou vazio e que em arquitectura se convencionou como “positivo” e “negativo”, respectivamente.

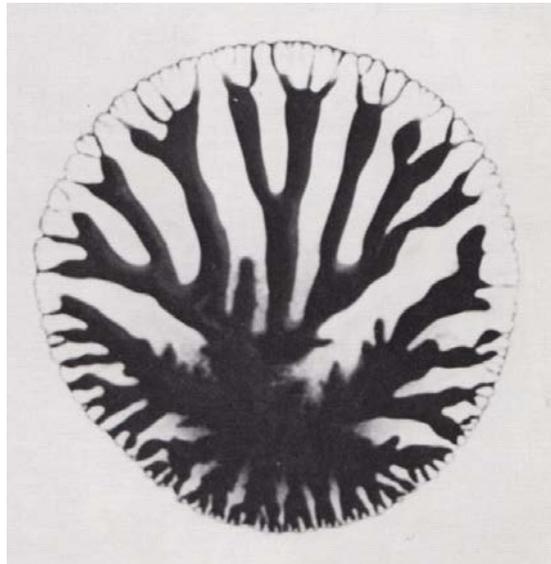


FIG. 4.15 – *Tinta sobre gelatina* (Stevens, 1974:177)

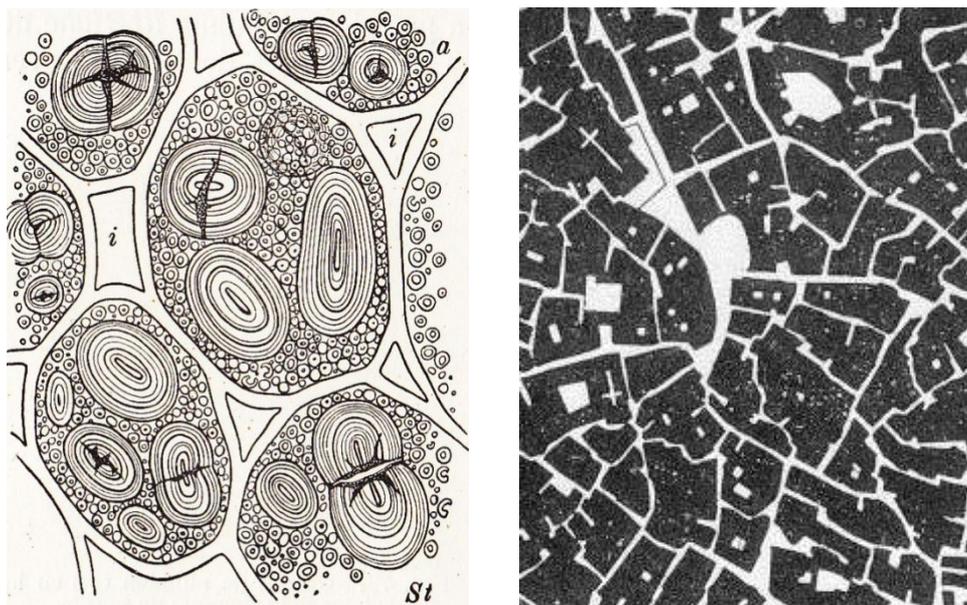


FIG. 4.16 – a) Células da semente da ervilheira, b) morfologia urbana de Martina Franca – Itália

Estas designações só por si, denunciam a importância do edifício enquanto objecto de desenho. Tal facto tem levado a atribuição de menor importância ao espaço intersticial resultante da organização dos edifícios, ou seja, ao espaço público, aquele que colectivamente mais valorizamos na cidade. Acontece que na cidade orgânica e nas estruturas espaciais com vida, o fundo ou espaço não edificado, tem também ele uma forma visual, positiva, cuja qualidade, dimensão e escala “*resulta do encontro entre a massa e o espaço*” (Ching, 1998:95). Como podemos observar na FIG. 4.16, este conceito de espaço exterior positivo está presente nas estruturas naturais (células) e na estrutura da cidade orgânica. Tal como nas geometrias da natureza, não existem espaços residuais, tudo é programado para uma função específica.

Neste contexto, Christopher Alexander faz uma classificação alternativa face à convencional. Segundo ele, existem dois tipos de espaço exterior: negativo e positivo (1977:518). Um espaço é negativo, quando os edifícios estão colocados de tal modo que o espaço resultante é apenas residual. Um espaço exterior é positivo, quando tem uma forma distinta e coerente tão importante como as formas dos edifícios que o rodeiam. É portanto um espaço convexo e com enclausura. A planta de Nolli de Roma do Séc. XVII, que aparece na Figura 4.17, é o arquétipo deste tipo de espaço que se vem falando. Nesta planta urbana, cada bocadinho de espaço; rua, praça, edifícios e até os espaços públicos interiores, são espaços positivos: “*Não existe parte deste todo que não tenha uma forma definida e positiva. É uma compilação de entidades definidas, cada*

uma delas, definida e substancial em si própria” (Alexander, 2002a:174). Aqui não são só os edifícios nos aparecerem como figuras mas também o espaço exterior nos aparece como figura contra o fundo formado pelos edifícios. Diz-se então que o plano tem reverso figura-fundo.

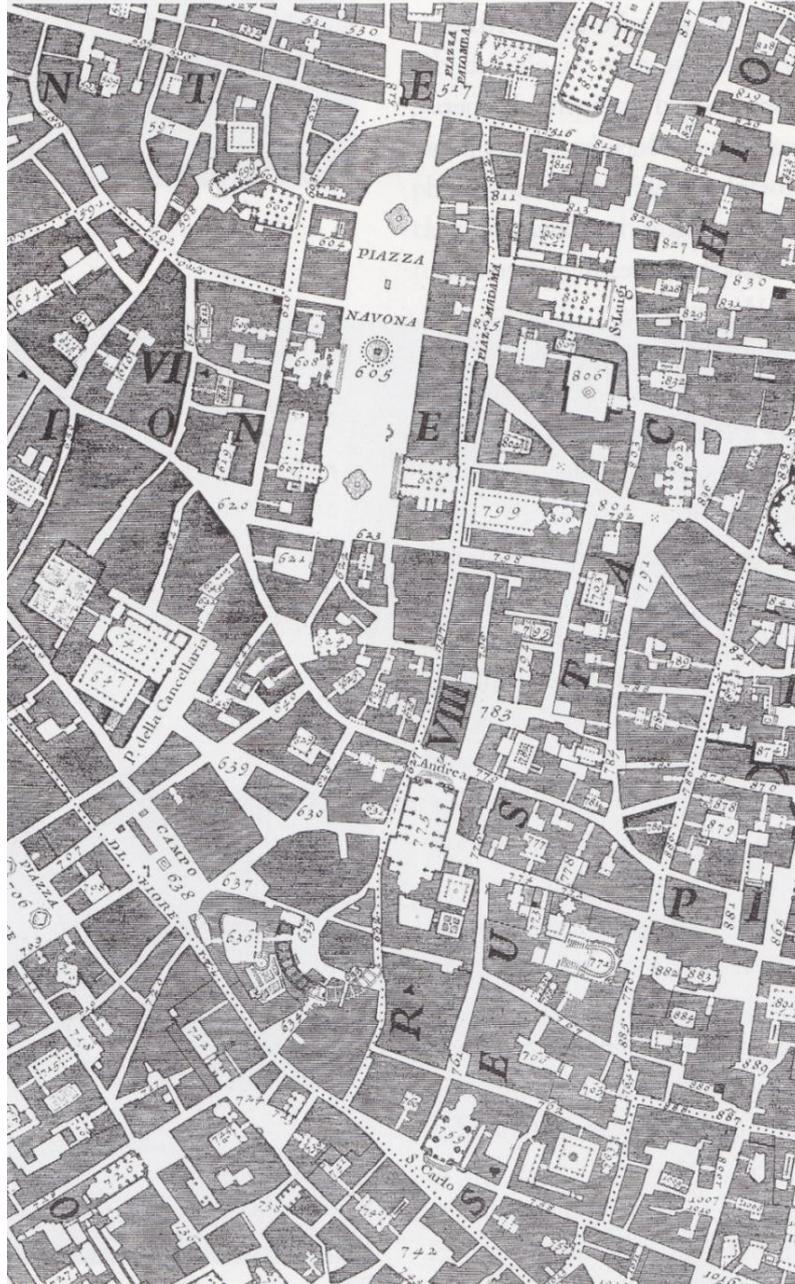


FIG. 4.17 – *Planta de Nollì para Roma, Séc. XVIII* (Alexander, 2002a:173)

A Praça de Siena em Itália representará porventura o exemplo mais bem-sucedido dum espaço positivo e de um espaço urbano convexo (FIG. 4.18a). Os largos de formação triangular em Lisboa, apresentados no Capítulo 3, entre os quais destacamos uma planta do largo do Rato em 1855 (FIG. 4.18b), são também exemplos inequívocos desta propriedade. Todos resultam de formas de crescimento e adaptação à tensão provocada pelas forças físicas em jogo, nomeadamente a gravidade.



FIG. 4.18 – a) *Praça de Siena, Itália*, b) *Largo do Rato, Lisboa (1858)*

Normalmente estes espaços apresentam uma geometria irregular mas coerente. Estas formas emergentes são o resultado dum processo e o produto do desenho dum colectividade, onde cada lugar, cada rua, praça ou edifício foram concebidos com significado e propósito. Tal como na natureza, não há desperdício, não existem estruturas ou espaços residuais – tudo tem uma função específica.

São espaços anatómicos mas também dinâmicos, que podem mudar de aspecto ao longo do ano com o devir do ciclo solar e das estações, o que provoca alterações no seu aspecto e consequentemente no seu uso. São estes espaços bem apropriados que têm mais vida. As praças, pracetas ou pequenos largos, os becos e as ruelas, que caracterizam este padrão orgânico de espaços positivos, são ainda hoje um exemplo de espaços públicos bem-sucedidos para a função a que se destinam – o uso colectivo.

Infelizmente, esta propriedade não só começa a ser difícil de emergir nos espaços que construímos hoje, como ainda destruímos aqueles que um dia a tiveram. A falta de percepção desta propriedade do espaço, inclusive por parte dos projectistas tem sido um impedimento para o alcance desta qualidade do espaço urbano.

Assim e para além dos factores habitualmente enunciados para explicar o estado caótico das nossas cidades, especulação imobiliária, pobreza, acessibilidade, etc., verificamos que existe também uma crise de percepção do espaço intersticial enquanto forma, ou seja, enquanto objecto de planeamento e de desenho. Esta é uma das qualidades da cidade tradicional mais difíceis de atingir por causa da visão fragmentária, individualista e centrada no edifício. É como se a pressão da tinta (edifícios) sobre a gelatina (espaço público) vencesse esta última, que deixava assim de competir por uma forma própria.

4.7. BOA FORMA

A boa forma depende do modo como determinada configuração é formada por múltiplos e coerentes centros, ou seja, pelo modo como é formada por espaços bem definidos e positivos. Em qualquer parte do todo, temos centros e como a regra recursiva ou fractal também se aplica, cada um desses centros é formado também por múltiplos centros.

Adicionalmente verificamos que a mais simples e elementar boa forma, é composta por figuras elementares regulares: triângulos, rectângulos, hexágonos, pedaços de círculos², etc. Deste modo, verifica-se que as formas resultantes da boa forma são também espaços positivos.

Segundo Christopher Alexander a boa forma é composta das seguintes propriedades parciais: 1 - Alto grau de simetria interna; 2 - Simetria bilateral (quase sempre); 3 - Um centro bem marcado (não necessariamente no centro); 4 - Os espaços adjacentes criados por esta forma são espaços positivos; 5 - É muito distinta da envolvente; 6- É relativamente compacta (1:1, 1:2, nunca acima de 1:4); 7 - Tem enclausura, está encerrada, um sentimento de estar fechada e completa (2002a:183).

A boa forma, tal como aqui é descrita, tem extrema importância quer para o espaço edificado quer para o espaço não edificado. Ela joga um papel vital na forma como estes elementos se ligam. O essencial desta propriedade é que cada parte do

² Porque o círculo inteiro tem um problema: o espaço adjacente a ele muito dificilmente se torna positivo, muito dificilmente se torna num centro.

espaço deve ser positiva e definida. Como resultado, nós tendemos a ver figuras simples como boa forma e a boa forma tende a ser composta por formas simples.

Muitos sistemas naturais têm a tendência para gerar boa forma. Se observarmos as curvas e contra-curvas da folha da FIG. 4.19, verificamos que cada curva circunda um centro, sendo que umas vezes o centro está no interior da folha, outras vezes está fora. Esta propriedade existe também no urbanismo orgânico e é particularmente visível, em certas formas da arquitectura popular conforme podemos observar na FIG. 4.20. De igual modo, é o que acontece nas ruas curvas que apresentam do ponto de vista de vivência do espaço, mais vantagens do que a rua rectilínea, exactamente porque ela apresenta maior número de centros que dão vida a esse espaço, (FIG. 4.21).

Nos objectos com boa forma a funcionalidade joga um papel fundamental. O que acontece essencialmente é que o objecto que funciona efectivamente deve ter mais centros nele próprio e em virtude disso tem melhor forma. A relação que existe entre boa forma e o ambiente que a envolve tem a ver com o facto de essa relação ser também funcional.



FIG. 4.19 – *Folha em forma de tulipa* (in Alexander, 2002a:264)



FIG. 4.20 – *Composição de formas tradicionais, Albufeira* (Carver Jr., 1988:105).



FIG. 4.21 – *Uma rua em Monsaraz* (Carver Jr., 1988:112).

4.8. SIMETRIAS LOCAIS

As simetrias locais são sub-simetrias. A existência dum centro e de uma simetria local estão relacionados. Onde quer que exista uma simetria local tende a existir um centro. Onde quer que se forme um centro vivo é quase sempre necessário alguma simetria local. As simetrias locais são uma espécie de cola – a cola que mantém o espaço junto, coerente.

As coisas vivas apesar de serem muitas vezes simétricas, raramente têm simetrias perfeitas. Na realidade a simetria perfeita é uma marca das coisas mortas. O que dá vida a um sistema espacial não é a simetria global, mas sim as simetrias locais, (FIG. 4.22). É portanto necessário distinguir entre simetria global e simetria local.



FIG. 4.22 – *Cornus Canadensis* (Alexander, 2002a:269)

Nas grandes simetrias globais como a que vemos no edifício de Albert Speer (FIG. 4.23), ou nas cidades que têm por base esta forma racionalista, experimenta-se a rigidez, algo oposto à vida: *“Na generalidade uma simetria global do tipo neoclássico, raramente contribui para a vida dum espaço, porque em qualquer todo complexo, existem quase sempre forças assimétricas em jogo – resultado da localização, e do*

contexto, e da função, que requerem que essa simetria seja partida” (Alexander, 2002a:187).

Paralelamente vê-se com clareza a existência de simetrias locais no edifício representado na FIG. 4.24. O conjunto de casas não é simétrico, nem tão pouco cada uma delas. São as simetrias locais que causam a beleza deste conjunto ordenado. Não existe de todo uma simetria global, mas sim muitas simetrias locais, que tornam o sistema vivo, orgânico e flexível. E mais uma vez a regra é recursiva, as simetrias locais podem existir a várias escalas.

Um sistema espacial onde abundam as simetrias locais é muito mais adaptável, do que a rigidez dum sistema com uma simetria global. Vê-se também claramente na FIG. 4.25, o modo como a simetria global é cortado no plano da Vila de Monsaraz, enriquecida pelas simetrias locais do próprio centro principal.

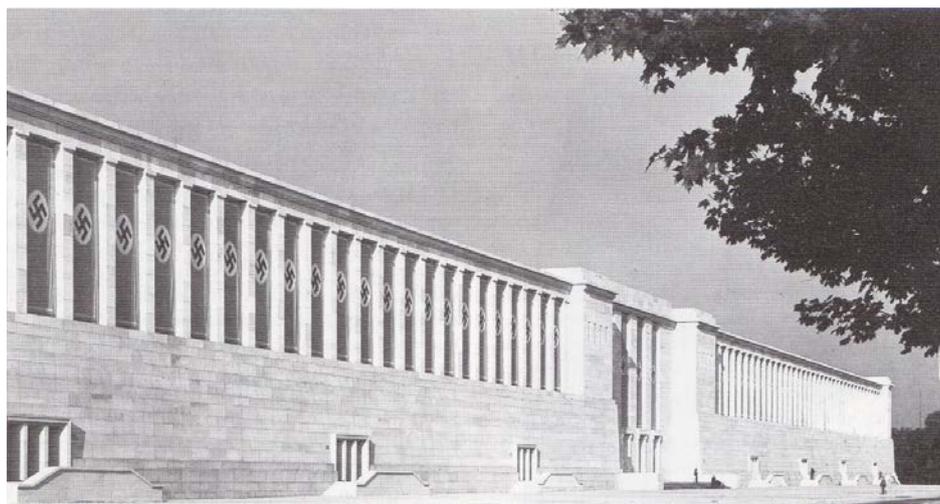


FIG. 4.23 – *Zeppelinfeld de Albert Speer* (in Alexander, 2002a:186).



FIG. 4.24 – *Garrovillas, Espanha* (in Rudofsky, 2003:71)

Aparentemente as grandes simetrias contribuem muito pouco para coerência dum sistema espacial o que importa é o número das simetrias pequenas e locais. Contudo, como a maior parte das simetrias locais estão escondidas, este aspecto está longe de ser óbvio.

Qual é a relação entre simetrias e centros? Em muitos casos a simetria é usada para estabelecer um centro e cada simetria local estabelece uma simetria entre dois centros mais pequenos para criar um centro maior. *“Apesar, de se garantir que a irregularidade do contexto local não é violada, as simetrias locais fornecem a cola que liga o campo de centros, tornando-os assim mais coerentes”* (Alexander, 2002a: 194).

“Em geral, as simetrias ocorrem na natureza porque não existe razão para a assimetria; uma assimetria só ocorre quando é forçada. Assim, por exemplo uma pinga de água em queda através do ar, é assimétrica no seu comprimento, porque o campo do fluxo é diferenciado na direcção da queda, mas é simétrico à volta do seu eixo vertical, porque não existe qualquer diferenciação horizontal ou qualquer outra. Em resumo, as coisas tendem a ser iguais a menos que existam forças particulares que as tornem diferentes” (Alexander, 2002a:267). Assim, a existência de simetrias locais na natureza justifica-se também pela aplicação do princípio da mínima energia e da lei do menor esforço.

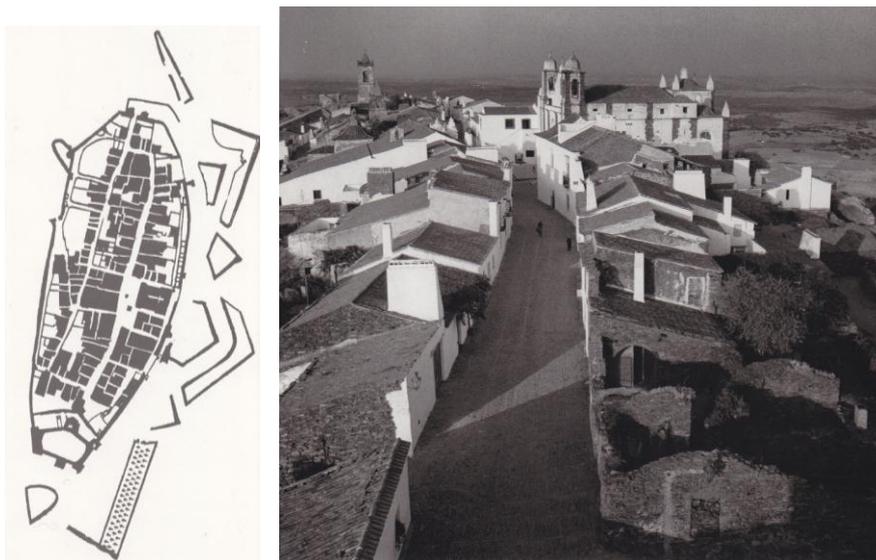


FIG. 4.25 – Monsaraz (in Carver, 1988:114,107)

4.9. INTERLIGAÇÃO PROFUNDA E AMBÍGUA

Os centros adjacentes interpenetram-se formando centros intermédios. Isto faz com que muitas vezes seja difícil de distinguir o centro da sua envolvente. Vimos como na natureza vários sistemas se caracterizam por esta propriedade. Acontece normalmente nas estruturas que necessitam de manter uma extensa superfície de contacto face ao volume que apresentam. As estruturas em meandro, como é o caso da massa cerebral, são exemplos disso. Para aumentar a superfície de contacto e assim permitir um número máximo de ligações (centros) com o tecido envolvente o cérebro enrugase profundamente. Vimos também como as *ruas curvas* ou os *city country fingers* interpenetram o espaço formando novos centros entre as zonas de contacto.

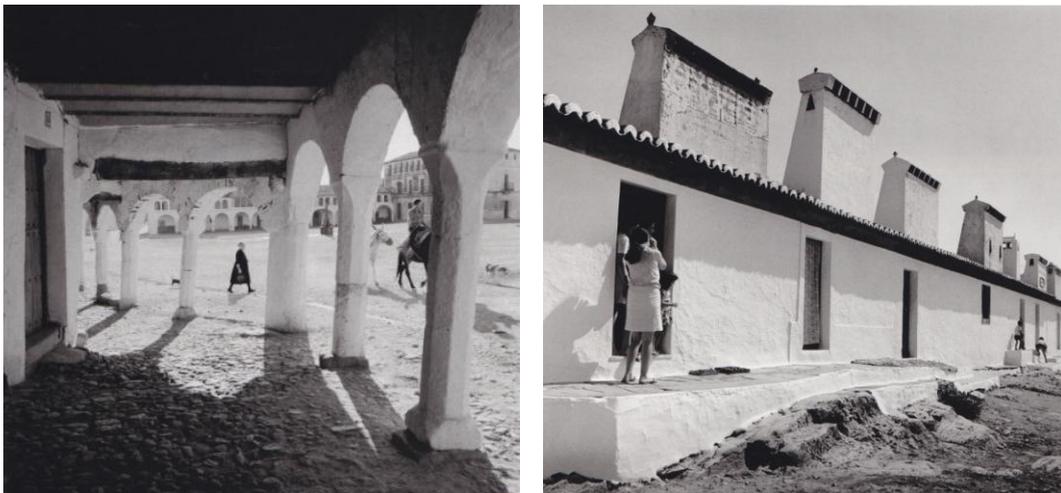


FIG. 4.26 – a) *Arcadas em Garovillas, Espanha* **b)** *Poiais numa rua em Elvas*
(in Carver Jr., 1988:19,119).

Por questões essencialmente climáticas e de vivência do espaço exterior, a arquitectura popular mediterrânea é muito rica nesta propriedade: Nas *arcadas*, o espaço dentro da galeria pertence ao espaço público exterior, mas ainda assim também pertence ao espaço privado do edifício, causando assim uma fusão entre estes dois centros, (FIG. 4.26a). O mesmo se passa com os *poiais* anexos às casas, que se interligam com a rua, (FIG. 4.26b). A interligação ou ambiguidade, fortalece os centros de cada um dos lados, ganhando a sua força a partir da força do centro que se forma no meio.

4.10. CONTRASTE

A diferenciação é uma propriedade fundamental das estruturas espaciais com vida e sem a qual a vida não pode ocorrer: “*A unidade só pode ser criada a partir da distinção*” (Alexander, 2002a:200). Assim, para que os centros se entre ajudem e formem todos, unidades, vida, é necessário que estes sejam constituídos por opostos discerníveis, é necessário que tenham um contraste pronunciado.

O claro e o escuro, o cheio e vazio, o alto e o baixo, o largo e o estreito, são os tipos de contraste mais comuns. Representam verdadeiros opostos que se anulam se sobrepostos. E a diferença entre opostos dá origem a qualquer coisa – unidade, beleza, vida... É o caso típico em que o todo, é maior do que a soma das suas partes constituintes.

O contraste é pois usado para unificar os centros. O contraste em vez de separar as coisas, unifica-as. A dualidade dá lugar á complementaridade que por sua vez gera diversidade.

Muitos sistemas naturais estão organizados através da interacção de opostos. Desde as partículas mais elementares coma cargas eléctricas negativas e positivas, ao nível biológico, o contraste macho-fêmea, que existe em quase todos os organismos, ao ciclo do dia/noite, ao estado sólido ou liquido. Do ponto de vista cognitivo, o contraste é muito importante para os seres humanos, uma vez que nós lemos contraste. Contudo, e apesar de ser tão óbvio, tal como noutras propriedades e padrões da natureza, a razão por que isso acontece está por determinar.

Também as cidades com intensa vida têm esta propriedade. Existem muitas formas de contraste que produzem este efeito: diferenças de densidade, de luz, de materiais, de cores, de topografia, etc. Muitas variáveis urbanas trabalham muito melhor juntas se forem inteiramente diferentes, de tal modo que cada uma desempenha a sua própria função.

Esta é uma propriedade que encontramos com muita frequência na arquitectura e nas cidades tradicionais do mediterrâneo, que assumem o seu esplendor máximo, talvez no Sul de Portugal, nas famosas vilas brancas de contrastes de pedra e cal, de luz e de sombra, que o clima enfatiza.

4.11. GRADIENTE

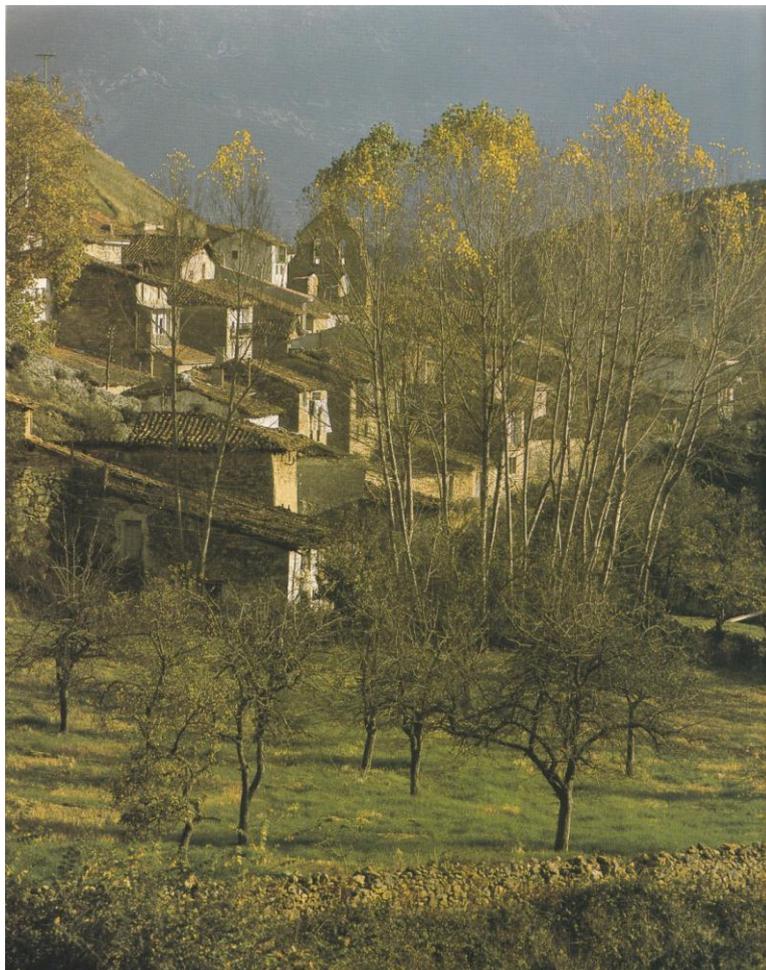


FIG. 4.27 – *Frias, Espanha* (in Carver Jr., 1988:52).

O gradiente reforça a força dos centros, criando orientações através da gradação de centros. Uma qualidade muda gradualmente ao longo do espaço, criando uma certa harmonia. “*Nas coisas que têm vida, existem campos graduados de variação através do todo (...). Na verdade os gradientes estão essencialmente e necessariamente conectados com a existência de um centro vivo. Quase sempre, a força do carácter do centro é causada, em parte, porque a organização de centros mais pequenos criam gradientes que apontam para um centro maior virtual*” (Alexander, 2002a:207). A FIG. 4.27, é a imagem certa para estas palavras de Alexander – Aqui, as casas, os telhados, as árvores, comportam-se como centros mais pequenos, todos ordenados em relação ao Sol, centro maior, causando assim um gradiente de luz distribuído pelas diferentes partes, o que dá imensa vida e inteireza a este espaço.

Sempre que uma quantidade varia sistematicamente, através do espaço, estabelece-se um gradiente. Os gradientes, são assim, uma resposta natural à mudança de qualquer circunstância no contexto, como a luz, topografia, o vento, etc. Ao adaptar-se às novas circunstâncias, e criando assim séries de centros graduados, novos centros maiores são criados.

O gradiente é típico das coisas com vida e observámo-lo com muita frequência nos padrões enunciados no Capítulo 3. No crescimento da espiral logarítmica da casca do Nautilus, nas variações do relevo do território, que cria progressivamente diferentes declives e aptidões de uso e conseqüentemente a mudança progressiva da paisagem, ou nas ramificações das árvores que vão ficando cada vez mais numerosas e mais pequenas, todos são exemplos desta propriedade designada por gradiente. Esta mudança pode ser observada ao longe na paisagem ou pode ser sentida, num percurso por exemplo, ao subirmos uma montanha. Quanto mais subimos, mais frio e mais rarefeito o ar se torna. Nesta mudança gradual de condições, as árvores tornam-se também mais espaçadas, dando finalmente lugar a vegetação rasteira ou até à ausência dela, quando as condições já não são propícias e onde só se observam rochas e gelo.

Algo idêntico se passa quando percorremos uma cidade da periferia para o centro, particularmente nas cidades orgânicas que têm esta propriedade com muito mais intensidade do que as cidades racionais, planeadas de raiz, cujo traçado e os edifícios são mais mecânicos e portanto com menos variação. À medida que nos aproximamos do centro, e pelo menos numa perspectiva da cidade tradicional, aumenta a densidade, a altura, as actividades, as pessoas, etc.. *“As qualidades variam, assim variam também os centros adaptados a elas, variando o seu tamanho, espaçamento, intensidade e carácter como resposta”* (Alexander, 2002a:205).

Também nos edifícios, a luz do dia, varia do topo para a base: Assim os vãos e os pés direitos devem variar em altura e tamanho para se adaptarem a estas condições. De igual modo, os edifícios devem adaptar-se às circunstâncias da topografia, criando assim através do remate dos telhados, por exemplo, séries de centros graduados, de tal modo que, novos centros maiores são criados e para o qual o gradiente aponta, (Fig. 4.28). Não será pois necessário reafirmar, o facto constatado, de que a regra recursiva se aplica também a esta propriedade.



FIG. 4.28 – *Ardales, Andalusia, Espanha* (in Carver Jr., 1988:171)

4.12. RUGOSIDADE

Como vimos nos padrões básicos da natureza, as formas que se apresentam nunca são totalmente iguais, não sendo portanto, modelos “perfeitos” e regulares, uma vez que esses padrões têm que se adaptar constantemente à curvatura do espaço, ao contexto natural, ao vento, ao sol, à topografia, etc.

A irregularidade aparece nos sistemas naturais, como o resultado da interação entre uma ordem bem definida e os constrangimentos do espaço. A irregularidade, não é assim, um erro, mas sim uma forma criativa que a natureza tem de se adaptar ao contexto, criando sempre novas situações que permitem a existência da diversidade.



FIG. 4.29 – a) Maçaroca de milho, b) Zebra
(Bertie Bassett in <http://www.flickr.com> em 29.12.09; Alexander, 2002a:280)

Na maçaroca do milho, onde está presente um padrão hexagonal característico das formas de compactação da natureza, vemos quão irregulares são os bagos. O padrão hexagonal tem muitas vezes de ser corrompido para que a maçaroca possa crescer com a sua forma cilíndrica (Fig. 2.29). Em vez de serem todos hexagonais, alguns bagos de milho têm cinco lados, outros sete. Os tamanhos dos lados também são variáveis. São estas irregularidades que permitem criar uma maçaroca como um todo. O mesmo se passa na romã, que observámos no Capítulo 3. Se o desenho fosse sempre regular (hexágonos sem excepção) seria impossível criar as formas da maçaroca e da romã enquanto todos e tal como as conhecemos.

Da mesma forma, se nós tentarmos pintar as riscas de uma zebra de uma forma completamente regular, elas não se encaixariam de modo algum, sendo o resultado final muito menos regular do que o padrão da zebra que conhecemos, (Fig. 2.29). E no entanto é intuitivamente claro para nós, que estas variações subtis são parcialmente responsáveis pelo charme e harmonia de muitos objectos, principalmente dos que têm vida.

É esta propriedade que nos permite diferenciar um ramo de flores naturais dum ramo de flores artificiais. O mesmo se pode dizer da cidade natural ou da cidade artificial, dum edifício de arquitectura popular ou dum edifício de autor. *“As coisas que têm vida verdadeira têm sempre uma certa irregularidade. Isto não é uma propriedade accidental. Não é o resultado duma cultura inferior, ou o resultado de ser feito manualmente. É uma característica estrutural essencial sem a qual uma coisa não se pode tornar um todo”* (Alexander, 2002a:279).



FIG. 4.30 – Largo do Intendente, Lisboa (1958)

Ao contrário do que estamos habituados, verifica-se nos objectos com vida que a irregularidade é muito mais precisa do que a regularidade, uma vez que ela surge dum cuidado muito maior para guardar o essencial dos centros num desenho. São sobejamente conhecidos os espaços urbanos ou edifícios irregulares que parecem ter imensa vida, comparados com outros extremamente regulares, rígidos e mortos. Isto acontece porque na realidade os espaços têm que se adaptar às irregularidades do contexto ambiental correctamente - Eles tornam-se parcialmente irregulares como resposta a esse facto. É precisamente isso que se passa nos espaços urbanos orgânicos apresentados anteriormente na propriedade espaços positivos e que se observa agora na Fig. 4.30. Neste exemplo, o largo é um espaço irregular de tal forma que é positivo, convexo e tem enclausura, forma um todo e tem vida. O imperfeito é perfeito para alcançar estas qualidades.

Esta é pois e também, uma propriedade emergente. Ela nunca pode ser conscientemente ou deliberadamente criada ou desejada. “*A irregularidade não pretende super impor uma ordem arbitrária sobre o desenho, mas antes deixa que a ordem geral seja flexível, modificada de acordo com os condicionalismos locais nas diferentes partes do desenho*” (Alexander, 2002a:214)..

Nos exemplos que se seguem nas FIGS. 4.31, 4.32 e 4.33, os objectos naturais ou construídos mostram claramente esta irregularidade, como uma forma de perfeição e de adaptação ao contexto e às características do espaço tridimensional. Ela não acontece apenas porque os materiais ou as técnicas não eram precisas, ela acontece porque ela é uma forma de ordem real que permite alcançar a inteireza.



FIG. 4.31 – *Composição de madeira e pedra na fachada de um edifício, La Alberca, Espanha*
(in Carver Jr., 1988:85)



FIG. 4.32 – *Pinhal, Cova, Figueira da Foz* (foto Maria Guerreiro)



FIG. 4.33 – *Vézelay (França)*, (in Kostof, 1999:42)

É a irregularidade que permite tanto aos edifícios como às árvores manterem-se de pé executando a sua função, apesar das adversidades do contexto. É a irregularidade da rua como resultado de adaptação ao terreno que permite uma ocupação mais homogénea, criando assim novas possibilidades. Assim, a irregularidade (organicidade) permite uma grande funcionalidade e operacionalidade dos edifícios e dos espaços urbanos.

Deste modo, para construirmos certas formas correctamente, elas terão naturalmente de ter alguma irregularidade, contrariamente à nossa tendência para uma ordem rígida e regular. Uma visão futura, terá de inverter este instinto e reconhecer que essa irregularidade, poderá ser introduzida pelas próprias pessoas que interagem com o espaço, uma vez que ela é uma propriedade emergente – resultado de uma auto-organização. À escala urbana Camillo Sitte demonstrou claramente e de uma forma empírica como é que a vida dos espaços públicos depende da sua geometria. Tal como ele afirmou, “*Os espaços públicos são frequentemente irregulares. A irregularidade ajuda a criar uma atmosfera informal que liga o espaço público à cidade e aos edifícios*” (Alexander, 2002a:216).

4.13. ECO

Eco é a propriedade que mais evoca o contexto natural em que a configuração está inserida. Segundo Christopher Alexander, eco é o modo como a força de determinado centro depende das semelhanças de ângulos e orientações do todo. Depende dos ângulos e das famílias de ângulos que prevalecem no desenho (2002a:218).

Observamos esta propriedade, por exemplo, na horizontalidade da planície alentejana. A azinheira alongada também numa forma horizontal e até as nuvens no céu (FIG. 4.34), a casa térrea (FIG. 4.35), tudo forma um diálogo que fomenta um certo carácter que reconhecemos imediatamente como o lugar tal ou a paisagem tal.



FIG. 4.34 – *Uma paisagem no Alentejo*
(Rodrigo Cunha in <http://www.flickr.com> em 29.12.09)



FIG. 4.35 – *Outeiro Cimeiro, Mértola* (foto Maria Guerreiro)

De igual modo, os ângulos dos telhados da Fig. 4.36, reflectem os ângulos das montanhas ao fundo, fazendo assim eco da paisagem em que estão inseridos. Também as construções em encosta tendem a ter uma relação similar com o declive, com o sol e com a drenagem das águas. Como resultado os edifícios, tendem a obedecer às mesmas leis, criando o eco do contexto nas suas formas físicas.



FIG. 4.36 – *Castellar – Algeciras, Espanha* (in Carver Jr., 1988:20-21)



FIG. 4.37 – *Olhão, Portugal* (Girão, 1936:254-255)

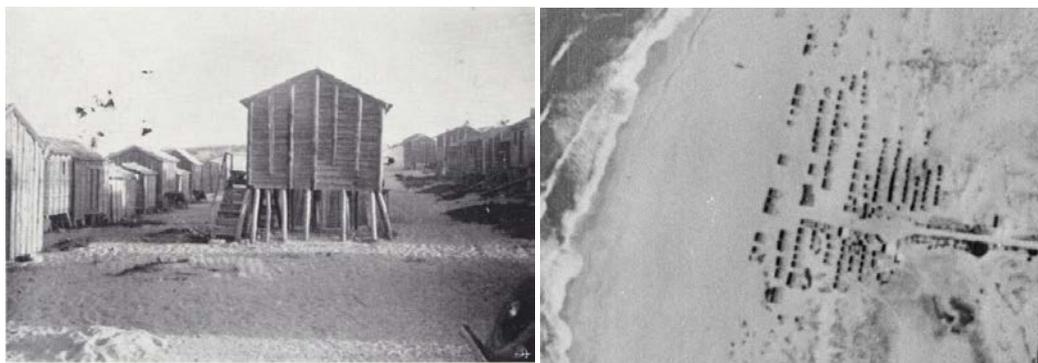


FIG. 4.38 – *Palheiros da Tocha - Portugal, 1950*, (Instituto Geográfico do Exército)

Esta propriedade eco tem muitas vezes uma justificação puramente climática. Na vila cubista de Olhão, os cubos anexados são as formas ideais para o sombreamento, bem como para mirar o mar. A chuva é escassa dispensa o uso de telhados, (FIG. 4.37). O mesmo se passa com a opção pelo eixo NW-SE das ruas dos povoados do Alentejo e Algarve, por estas oferecessem a menor secção ao sol nas horas de maior calor, como de resto verificamos no Capítulo 2, quando se falou da geometria solar.

De igual modo, os palheiros do litoral central tendem a estabelecerem-se em filas paralelas à costa, contrariando assim o sentido dos ventos marítimos e permitindo que as areias passem por baixo das construções em palafitas, o que enfatiza também a familiaridade dos ângulos das construções, (FIG. 4.38). De um modo geral, toda a arquitectura popular portuguesa é muito rica nesta propriedade, exactamente pela diferença acentuada dos seus ambientes bioclimáticos face à latitude (Norte-Sul), longitude (Litoral - Interior) e altitude (Serra - Planície).

A essência desta propriedade reside ao nível da própria estrutura: *“Quando as funções são tomadas a sério, existem usualmente várias regras geométricas que são seguidas como resultado de condições funcionais. Estas regras, aplicadas uma e outra vez, criam um sentimento de familiaridade entre os ângulos, linhas, formas, não por razões formais, mas simplesmente como resultado do cuidado de aderência aos requerimentos funcionais”* (Alexander, 2002a:221).

A propriedade eco é pois uma forma de adaptação ao contexto em que a expressão da configuração traz consigo algo desse contexto. Como as formas mais bem adaptadas, são aquelas que tendem a sobreviver por mais tempo, a nossa paisagem está repleta destes exemplos, quer ao nível das formas naturais quer ao nível das formas construídas.

4.14. O VAZIO

O vazio, tal como a propriedade seguinte, serão porventura do conjunto das 15 propriedades enunciadas por Christopher Alexander, as mais subjectivas e talvez por isso, as mais difíceis de partilhar e portanto de descrever.

Sobre o vazio, o autor faz-nos a seguinte descrição: *“Nos centros mais profundos que têm perfeita inteireza, existe no seu coração um vazio que é como água, infinito e profundo, circunscrito e contrastado com a desordem das coisas à sua volta”* (Alexander, 2002a:222). No estudo das cidades orgânicas, só posso imaginar que esses locais sejam aqueles vazios urbanos que se podem encher temporariamente como as grandes praças que correspondem ao centro, ao coração das cidades.

No centro nós experienciamos o vazio, o infinito, a calma. Creio que será também uma propriedade associada a certos locais muito especiais, como aqueles espaços que preenchem o espírito e portanto ligados à religião, à meditação, à contemplação, à imaginação e à brincadeira, (FIG. 4.39). A necessidade do vazio levanta-se em qualquer centro para contrastar com a envolvente fervilhante, tal como num redemoinho ou num furação onde o centro, por contraste com a envolvente, é calmo, (FIG. 4.40).



FIG. 4.39 – Praça em Vitorchiano, a norte de Roma (Itália), (in Carver Jr., 1983:74).



FIG. 4.40 - Redemoinho de água (Foto Cricce in <http://www.flickr.com> em 7.09.10).

4.15. SIMPLICIDADE E CALMA INTERIOR

As coisas com vida são muito simples: “*Na maioria dos casos esta simplicidade mostra-se ela própria numa simplicidade geométrica e purismo, que tem as formas geométricas tangíveis*” (Alexander, 2002a:226). No entanto, o simples, não significa o simplificado, como por vezes fazemos, quando aplicamos os modelos abstractos.

Esta qualidade vem antes duma síntese de quando tudo o que é desnecessário é removido. Todos os centros que não funcionam activamente para suportar outros são removidos. O que resta quando o desnecessário é afastado é uma estrutura num estado de calma interior.

Na natureza esta propriedade está sempre presente, uma vez que no fabrico das suas formas, esta segue, como vimos, a lei do menor esforço, da uniformidade, da mínima energia e do mínimo material. Os padrões básicos da natureza como vimos, todos têm esta propriedade. É típico das formas ajustadas, adequadas e adaptadas aos contextos em que estão inseridas. Esta é pois também, uma característica fundamental das geometrias urbanas orgânicas.

4.16. NÃO SEPARAÇÃO

A última das propriedades é porventura a mais significativa e transversal e por isso é usada aqui como conclusão para este capítulo. É designada por *não separação* porque experienciamos as formas enquanto partes dum todo e não separadas dele. A forma depende do contexto e este determina o seu conteúdo.

Corresponde ao facto de que não existe um isolamento perfeito de qualquer sistema e que todo o sistema é sempre parte de sistemas maiores, no mundo à sua volta e que está conectado a ele profundamente no seu comportamento.

O reconhecimento científico desta interconexão entre as coisas surge, como vimos, da teoria quântica, que nos mostrou como do ponto de vista físico tudo está ligado e interconectado, de tal forma que não é possível decompor as coisas em partes. Apenas podemos mapear as relações. Embora ainda não existam bases científicas suficientes para traduzir este facto numa teoria geral, algumas teorias têm emergido nos últimos anos nas várias disciplinas e isso está a marcar profundamente a nossa época e a

mudança do paradigma do nosso conhecimento actual. Nas palavras de Pierre Rosenstiehl: “*A nossa época será marcada pelo fenómeno rede*” (1988:228). Este trabalho de Christopher Alexander é um grande contributo neste sentido para as disciplinas de arquitectura e do urbanismo.

NOTAS FINAIS
SOBRE
UM MODO DE PENSAR O URBANISMO

Neste espaço reservado a algumas de notas finais, não quero apenas sintetizar o que foi dito, como também salientar *um modo de ver o urbanismo* partilhada por alguns, incompreendida por muitos e rejeitada por outros.

A tese destas páginas afirma que o urbanismo orgânico tem uma ordem implícita, que é emergente (de baixo para cima), que é o produto duma auto-organização e auto-regulação e que tem uma geometria fractal, que é, ao fim e ao cabo a ordem que caracteriza as restantes geometrias da Natureza e que é substancialmente diferente duma ordem explícita e visual (de cima para baixo) com que estamos habituados a lidar no planeamento das nossas cidades.

Por outro lado, afirma-se também que as cidades e em particular as cidades orgânicas são de facto estruturas espaciais com vida. A metáfora biológica no planeamento da cidade tem sido usada desde o século XVI. No entanto, essa analogia tem sido feita, mais pela semelhança que algumas formas aparentam superficialmente, do que pela investigação das suas propriedades geométricas e leis de formação.

Verificado o paralelo existente entre os padrões da Natureza e as suas propriedades geométricas com a morfologia da cidade orgânica conclui-se com este trabalho que esses padrões emergem pela mesma razão – os constrangimentos do espaço físico e as leis da Natureza são as mesmas em todo o lado. Ou seja pela relação que os objectos mantêm com o contexto físico espacial. É isso que faz com que coisas tão distintas como uma cidade ou uma árvore se assemelhem tão estranhamente.

No entanto, comparar cidades com árvores, conchas do mar, pingas de tinta, meandros de rio ou bagos de frutas (a não ser por metáfora ou analogia) e daí extrair conclusões sobre as suas leis de formação, não é um método habitual. E não é habitual, porque o conhecimento e a ciência se encontram compartimentados. Assim, procurei conduzir a minha investigação através dum método científico próprio, que é a abordagem sistémica e holística, cujo método deixa de ser o entendimento de formas e de modelos em isolamento para passarmos a ter um entendimento de padrões. Ou seja deixamos de ter ênfase nas partes para passarmos a ter ênfase nas relações. Deixamos de olhar para o espaço e para a forma em separado mas sim como um conjunto inseparável numa teia infinita de relações. A forma é apenas uma fronteira entre dois mundos que se misturam: o conteúdo e o contexto. Tal visão corresponde a uma estrutura profundamente ecológica, compatível com as concepções de muitas culturas tradicionais

e com os conselhos e teorias da sustentabilidade. Com este ponto de vista, nas relações e não nos objectos, torna-se legítima a comparação das mais variadas formas da Natureza com as cidades orgânicas, tendo em conta que o contexto, a arena espacial em que operam é a mesma.

Uma das razões pelo que creio que alguns rejeitam ou não compreendem esta forma de ver o urbanismo tem a ver com uma visão do Mundo que defende que o conhecimento científico verdadeiro só é possível através do conhecimento total e absoluto das partes. Para isso, o pensamento analítico e mecanicista divide a realidade em partes mais simples e específicas acreditando que o seu conhecimento aprofundado e em separado resulta no conhecimento absoluto e total. Isto levou a que os estudos urbanos se baseassem apenas nas realidades mais simples que podem ser entendidas dessa forma, como é caso dos modelos racionais e das geometrias puras, relegando para segundo plano o estudo dos fenómenos urbanos orgânicos e irregulares, cujas propriedades intrínsecas não se encontram nas partes mas sim no todo.

A percepção que fomos tendo ao longo dos tempos da ordem cósmica influenciou muito as nossas concepções de ordem e de espaço e conseqüentemente o traçado das nossas cidades. Mas a nova ordem do Mundo que nos foi revelada pela física moderna, delineou os contornos do novo paradigma científico que está agora a influenciar o urbanismo e a arquitectura e traz consigo a oportunidade de estudar fenómenos mais complexos e onde a aplicação do método analítico não é o mais apropriado. A constatação de que este tipo de cidade é o ideal para se viver reforça a necessidade do seu estudo.

Uma linguagem possível de padrões e propriedades para abordar esse tipo de cidade foi o que este trabalho se propôs investigar. Portanto, não procuro com esta tese encontrar o modelo certo e definitivo para fazer cidades que finalmente resolverá todos os problemas. Muito pelo contrário, concluo até que não há uma forma racional de fazer cidade. As soluções que dispomos para a construção da cidade já não servem para hoje. As minhas aspirações são pois muito menores e apenas pretendo explicar um modo de pensar o urbanismo, uma linguagem, que uma certa minoria de investigadores e projectistas partilham e que tantas vezes se opõe ao convencional.

Este trabalho, também não é certamente sobre um novo estilo urbanismo, não obstante ele implique um. O urbanismo (que é arquitectura), é uma ciência, mas é

também uma arte. Mas não porque a ciência se deverá encarregar da parte analítica e portanto do conhecimento do real e a arte da parte criativa e portanto da transformação do real. À luz duma abordagem sistémica, arte e ciência são dois aspectos complementares do mesmo impulso criador, sempre orientados com o mesmo objectivo: *“competir com a natureza na geração de formas e de fenómenos”* (Racionero,1987). Não existe portanto nenhum hiato entre o lado técnico e o lado artístico do trabalho.

Na abordagem sistémica a análise é síntese, onde o sujeito está sempre presente tornando-se assim num processo criativo. Arte e ciência são simplesmente duas formas complementares de captar a realidade e de entender o Mundo. O processo criativo não é exclusivo da arte. A arte e a ciência são duas modalidades dialécticas do processo criativo porque *“... para os humanos criar significa compor uma relação nova com elementos preexistentes. O que se criam são estruturas, relações, ou seja, novas maneiras de ordenar o existente: criam-se formas, sejam elas literárias, pictóricas, matemáticas ou linguísticas, ou também simbólicas, tecnológicas ou genéticas. Em última instância, a criatividade consiste em conectar estruturas mentais”* (Racionero,1987).

Nos grandes momentos de criatividade da humanidade e como provou o método criativo de Leonardo da Vinci, a arte e a ciência não estavam separadas como as vemos actualmente – esta divisão consolidou-se a partir do Séc. XVII com o paradigma Cartesiano. No Renascimento, arte e ciência se iluminavam mutuamente e davam suporte uma à outra.

Com a revolução científica em curso voltamos a estar num momento em que a arte e a ciência se juntam como um mesmo objectivo: a criatividade. A arquitectura é por natureza uma disciplina que pode tirar partido dessa situação de ambivalência, de maneira que cada arquitecto, é um criador. Portanto, é preciso atenção àquela parte criativa da arquitectura que emerge através dum processo científico e que não deixa de forma alguma de ser um processo criativo.

A habilidade para a síntese integrativa e inacabada na interpretação dos diversos problemas da nossa cidade é um ponto relevante para o planeamento das nossas cidades. Melhor expresso nas palavras Alexis Carrel citadas por Doxiadis, *“...as mentes sintéticas são tão indispensáveis como as analíticas. Se a superioridade deste tipo de raciocínio for reconhecido, e o seu desenvolvimento encorajado, os especialistas*

deixarão de ser tão perigosos. A significação das partes na organização do todo pode então ser correctamente estimada” (Doxiadis, 1968:344).

Uma das principais consequências para a concepção das novas formas urbanas desta forma de pensar o urbanismo, que mistura a arte e a ciência é a de que, a forma deixa de ser aquilo que nós queremos que seja, para passar a ser aquilo que é possível ser, no contexto espacial e que está inserida. E neste sentido elas são também emergentes e auto-organizadas e principalmente são adaptadas, pelo que sobrevivem. Os padrões e as propriedades apresentados neste trabalho são o resultado dessa emergência que é sobretudo um processo dinâmico.

Cabe aos projectistas urbanos compreender as fases deste processo e o sentido da sua evolução e não apenas a produção duma forma ou desenho final acabado. Se nós entendermos as leis que guiam esse crescimento emergente e espontâneo então ele pode tornar-se previsível, mesmo que a sua forma não possa ser desenhada exactamente. Neste sentido, estes padrões básicos e formas de crescimento (Capítulo 3) e propriedades geométricas (Capítulo 4) servirão também como linguagem que permite explicar um processo autoral e portanto subjectivo, mas que pode ser partilhado.

A ideia de que a cidade não é estática pode dificultar à partida a nossa capacidade de planear e de prever. No entanto, as coisas mudam, mas mudam de acordo com certos padrões e isso permite-nos fazer planeamento (fazer ciência como dizia Carl Sagan). No entanto este planeamento será feito com base também em padrões dinâmicos e não estáticos como até aqui convencionamos e que por acaso (ou não) têm a particularidade de se repetirem em todo o lado, em todas as estruturas produzidas pela natureza e consequentemente nos artefactos produzidos pelo ser humano.

Estes padrões e propriedades representam assim uma ordem implícita que abrange a totalidade das coisas através duma geometria fractal. Aí está uma das características mais essenciais das formas da Natureza e da geometria da vida e que está presente nas cidades orgânicas. É pois a geometria fractal, ou seja a auto-similaridade das estruturas a diferentes escalas o que nos possibilitará no futuro adoptar sistemas de planeamento completamente diferentes dos actuais, permitindo assim fazer a previsão do próprio crescimento não planeado. Assim, certas estruturas mesmo não tendo sido planeadas elas emergem em certas condições e por isso podemos prevêê-las.

Não se trata também aqui de defender a auto-organização ou a ausência de racionalidade das nossas cidades. Trata-se antes de perceber o que é a cidade como resultado dum processo de auto-organização e quais as suas qualidades emergentes que possamos vir a incorporar nessa racionalidade. Trata-se antes de perceber que a racionalidade deve evoluir no sentido de incluir aquilo que é irregular, dinâmico, complexo e até irracionalizável. As abordagens sistêmicas são também instrumentos de natureza racional, que nos vão permitir conhecer o universo complexo. Este modo de pensar, corresponde assim a uma vontade de ter uma visão coerente dos fenómenos e do Universo. Isso é evidentemente lógico e racional.

Quando a aplicação dos modelos racionais à cidade falha, é preciso admitir que esse sistema lógico é insuficiente, que não reflecte a realidade. Como diz Edgar Morin, *“a razão define-se pelo tipo de diálogo que mantém com o mundo exterior que lhe resiste”* (Morin, 2008:171).

Ironicamente ou talvez não, creio bem que a exploração deste modo de pensar o urbanismo passa pelo uso da máquina; do computador, como forma de extensão da nossa memória e das nossas capacidades mentais e holísticas – estamos pois a criar uma inteligência artificial que por natureza não temos, embora seja natural que a criemos porque isso nos dá múltiplas possibilidades de compreensão. No entanto, temos algo que as máquinas não têm: a intuição, a emoção, a imaginação e o bom senso. E se nos atrevemos a compreender os segredos da Natureza, é bom não esquecer, que ela é sempre mais complexa do que aquilo que a possamos imaginar: *“I am following Nature without being able to grasp her, I perhaps owe having become a painter to flowers.”* (Claude Monet). Não creio que algum dia possamos discordar desta frase. E é bom que assim seja. Caso contrário, a nossa vida e a nossa busca perderia todo o interesse. Deixariam de haver caminhos novos para percorrer.

BIBLIOGRAFIA

AAVV, s.d. *Atlas da Carta Topográfica de Lisboa sob a direcção de Filipe Folque: 1856 – 1858*, Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa - Arquivo Municipal de Lisboa.

AAVV, 1988 (1961). *Arquitectura Popular em Portugal*, 3ª ed., Vol.º 1, 2 e 3, Lisboa: Associação dos Arquitectos Portugueses.

AAVV, 1957. *Les Merveilles du Monde*, Collection Réalités, France: Librairie Hachete.

AAVV, s.d. *Levantamento da Planta de Lisboa: 1904 – 1911*, Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa - Arquivo Municipal de Lisboa.

AAVV, 2007. «Natural Metaphor an Anthology of Essays on Architecture and Nature», *Architectural Papers III*, Barcelona: Actar.

ALEXANDER, Christopher, 1964. *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge: Harvard University Press.

ALEXANDER, Christopher, 1967. «Uma cidade não é uma Árvore», *Arquitectura Revista de Arte e Construção*, 95 (Janeiro - Fevereiro), Lisboa: Iniciativas Culturais e Técnicas, pp. 22 – 29.

ALEXANDER, Christopher, *et al.*, 1977. *A Pattern Language Towns Buildings Construction*, New York: Oxford University Press.

ALEXANDER, Christopher, *et al.*, 1987. *A New Theory of Urban Design*, New York: Oxford University Press.

ALEXANDER, Christopher, 1979. *The Timeless Way of Building*, New York: Oxford University Press.

ALEXANDER, Christopher, 2002a. *The Nature of Order. The Phenomenon of Life*, Book One, Berkeley California: Center for Environmental Structure.

ALEXANDER, Christopher, 2002b. *The Nature of Order. The Process of Creating Life*, Book Two, Berkeley California: Center for Environmental Structure.

ALEXANDER, Christopher, 2005. *The Nature of Order. A Vision of Living World*, Book Three, Berkeley California: Center for Environmental Structure.

ALEXANDER, Christopher, 2004. *The Nature of Order. The Luminous Ground*, Book Four, Berkeley California: Center for Environmental Structure.

ALMEIDA, Carlos, 1978. *Portugal Arquitectura e Sociedade*, Lisboa: Terra Livre.

BALL, Philip, 2009. *Branches Nature's Patterns: a tapestry in three parts*, New York: Oxford University Press.

BALL, Philip, 2009. *Shapes Nature's Patterns: a tapestry in three parts*, New York: Oxford University Press.

BARABÁSI, Albert- László, 2009 (2003). *Linked How Everything Is connected to Everything Else and What It Means for Business, Science, and Everyday Life*, London: Plume Penguin Books.

BARROW, John D., 1998 (1988). *O Mundo Dentro do Mundo*, Lisboa: Gradiva.

BAKER, Geoffrey H. 1998. *Análisis de la Forma, Urbanismo e Arquitectura*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

BATTY, Michael e LONGLEY, Paul, 1994. *Fractal Cities A Geometry of Form and Function*, London: Academic Press.

BATTY, Michael, 2005. *Cities and Complexity. Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

BATTY, Michael, 2007. «Complexity in City Systems: Understanding Evolution and Design», in <http://eprints.ucl.ac.uk/3473/1/3473.pdf>, em 26.02.10

BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline 1997 (1995). *Geografia Urbana*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

BEHLING Sophia e Stefan, 2002 (1996). *Sol Power la evolución de la arquitectura sostenible*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

BENEVOLO, Leonardo, 1994. *Histoire de la Ville*, Marseille: Editions Parenthèses.

BLUMENFELD, Hans, 1967. *The Modern Metropolis its Origins, Growth, Characteristics, and Planning*, Paul D. Spreiregen (ed.), Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

BOHM, David, 1969. «Criatividade», *Arquitectura Revista de Arte e Construção*, 108 (Março - Abril), Lisboa: Iniciativas Culturais e Técnicas, pp. 79 - 84.

BOHM, David, 1990 (1980). *Wholeness and the Implicate Order*, London: Ark Paperbacks.

BOHM, David, 2008 (1992). *Thought as a System*, London: Routledge.

BRAUDEL, Fernand, 2001. *Memórias do Mediterrâneo*, Terramar: Lisboa.

BROW G. Z., e DEKAY, Mark, 2001 (2000). *Sun, Win & Light Architecture Design Strategies*, Second Edition, New York: John Wiley & Sons.

BIBLIOGRAFIA

- BRUM, Bernard; LEMONIER, Pierre; RAISON, Jean-Pierre e RONCAYOLO, Marcel, 1986. «Ambiente», *Enciclopédia Einaudi*, Vol.º 8 [Região], Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda, p. 11 – 36.
- BRUNHES, Jean, 1955 (1948). *Géographie Humaine*, Edición Abreviada por M. Jean Brunhes Delamarre e Pierre Deffontaines, Barcelona: Editorial Juventud.
- CANIGGIA, Gianfranco e MAFFEI, Gian Luigi, 1995 (1979). *Tipologia de la Edificación Estructura del Espacio Antropico*, Madrid: Celeste Ediciones.
- CAPRA, Fritjof, 1982. *O Ponto de Mutação*, Digital Source, http://br.groups.yahoo.com/group/digital_source/.
- CAPRA, Fritjof, 1997 (1996). *The Web of Life A New Scientific Understanding of Living Systems*, New York: Anchor Books.
- CAPRA, Fritjof, 2009 (1989). *O Tao da Física*, 3.ª Edição, Lisboa: Editorial Presença.
- CATALDI, Giancarlo, 1977. *Per una scienza del territorio studi e note*, Firenze: Uniedit.
- CARVER JR, Norman, 1988 (1981). *Iberian Villages Portugal & Spain*, Kalamazoo, Michigan: Documan Press.
- CARVER JR, Norman, 1983 (1979). *Italian Hilltowns*, Kalamazoo, Michigan: Documan Press.
- CORNER, James (Editor), 1999. *Recovering Landscape Essays in Contemporary Landscape Architecture*, New York: Princeton Architectural Press.
- CHING, Francis D. K., 2000 (1979). *Arquitectura Forma, Espacio y Orden*, Barcelona: Ediciones Gustavo Gili.
- DAVEAU, Suzanne, 1976. *O Ambiente Geográfico Natural. Aspectos Fundamentais*, Coleção Manuais Escolares, Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda.
- DEL POZO, Alfonso (Editor), 1997. *Análisis Urbano. Textos: Gianfranco Caniggia, Carlo Aymonino, Maximo Scolari*, Sevilla: IUCC, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Sevilla.
- DOXIADIS, Constantinos, 1968. *Ekistics an Introduction to the Science of Human Settlements*, London: Hutchinson of London.
- FATHY, Hassan, 1973. *Architecture for the poor*, Chicago: Chicago Press.
- FATHY, Hassan, 1986. *Natural energy and vernacular architecture*, Chicago: University of Chicago Press.

- FEDUCHI, Luís, 1986. *Itinerários de Arquitectura Popular Española*, Tomos I, II, III, IV e V, Barcelona: Editorial Blume.
- FORTIN, Robin, 2005. *Compreender a complexidade. Introdução a O Método de Edgar Morin*, Epistemologia e Sociedade, Lisboa: Instituto Piaget.
- FRANKHAUSER, Pierre, 1994. *La Fractalité des Structures Urbaines*, Paris: Anthropos.
- GEHL, Jan, 2010 (1971). *Life Between buildings*, Kobenhavn K: The Danish Architectural Press.
- GEIGER, Rudolf, 1990 (1927). *Manual de Microclimatologia. O Clima da Camada de Ar Junto ao Solo*, 2ª Edição, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- GIRÃO, A. de Amorim, 1936. *Lições de Geografia Humana*, Coimbra: Coimbra Editora.
- GOLDFINGER, Myron, 1969. *Villages in the Sun Mediterranean Community Architecture*, London: Lund Humphries.
- GUERREIRO, Maria Rosália Palma, 2002. *O Território e a Edificação. O Papel do Suporte Físico Natural na Génese e Formação da Cidade Portuguesa*, Dissertação Mestrado em Desenho Urbano, Lisboa: Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa.
- GUERREIRO, Maria Rosália Palma, 2010. «Interstícios Urbanos e o Conceito de Espaço Exterior Positivo», *Fórum Sociológico*, Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (No prelo).
- GUTKIND, E. A., 1953. *Our World From the Air*, London: Readers Union with Chatto and Windus.
- HAGGETT, P., 1975. *Analisis Locacional en la Geografia Humana*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- HARDIN, Garrett, 1966 (1949) *Biology its principles and implications*, Second Edition, San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- HAWKING, Stephen, 1988. *Breve História do Tempo. Do Big Bang aos Buracos Negros*, Lisboa: Gradiva.
- HAWKINS, David, 2003. *Reality and Subjectivity*, Sedona: Veritas Publishing.
- HEATH, Kingston Wm., 2009. *Vernacular Architecture and Regional Design Cultural Process and Environmental Response*, Oxford: Architectural Press.

BIBLIOGRAFIA

- HELIE, Mathieu, 2009. *The Journey to Emergence*, <http://emergenturbanism.com/2009/03/23/the-journey-to-emergence/>, [consulta: 23/06/2010].
- HIGUERAS, Ester, 2006. *Urbanismo Bioclimático*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- HILLIER, Bill, 1989. *The architecture of the urban object*, Ekistics, Nº. 334-335 (Janeiro - Abril), p. 5 -21.
- HOUGH, Michael, 1998. *Naturaleza y Ciudad Planificación Urbana y Procesos Ecológicos*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- JACOBS, Jane, 1992 (1961). *The Death and Life of Great American Cities*, New York: Vintage Books.
- KOCH-NIELSEN, Holger, 2007 (2002). *Stay Cool A design guide for the built environment in hot climates*, London: James & James.
- KELBAUGH, Douglas, 1997. *Common Place Towards Neighborhood and Regional Design*, Seattle: University of Washington Press.
- KNOWLES, Ralph, 1980. *Sun Rhythm Form*, Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- KNOWLES, Ralph, 2006. *Ritual House Drawing on Nature's Rhythms for Architecture and Urban Design*, Washington: Island Press.
- KNOWLES, Ralph, 1999. *The solar envelope*, in http://www-rcf.usc.edu/~rkowles/sol_env/sol_env.html, consulta em 23.01.2008.
- KOSTOF, Spiro, 1991. *The City Shaped: Urban Patterns and Meanings Through History*, London: Thames and Hudson.
- KOSTOF, Spiro, 1992. *The City Assembled: The Elements of Urban Form through History*, London: Thames and Hudson.
- LAMAS, José, 2004. *Morfologia Urbana e Desenho da Cidade*, 3.^a Edição, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian / Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- LECHNER, Norbert, 2001. *Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects*, New York: John Wiley & Sons.
- LE CORBUSIER, 2000 (1925). *Urbanismo*, 2.^a Edição, São Paulo: Martins Fontes.
- LAVEDAN, Pierre, 1936. *Géographie des Villes*, Deuxième édition, Paris: Librairie Gallimard.

- LABORIT, Henry, s.d. (1971). *O Homem e a Cidade*, Biblioteca Universitária, Lisboa: Publicações Europa América.
- LINCH, Kevin, 1999 (1981). *A Boa Forma da Cidade*, Lisboa: Edições 70.
- LINCH, Kevin, 2000 (1960). *A Imagem da Cidade*, Lisboa: Edições 70.
- LINCH, Kevin, 1991. *City Sense and City Design*, Massachusetts: The M.I.T. Press.
- LINCH, Kevin, 1979 (1962). *Site Planning*, Cambridge: The M.I.T. Press.
- MANDELBROT, Benoit B., 1983 (1977). *The Fractal Geometry of Nature*, New York: W. H. Freeman and Company.
- MARTIN, Leslie; MARCH, Lionel e ECHENIQUE, Marcel, 1975 (1972). *La Estructura del Espacio Urbano*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- MATTOSO, José; DAVEAU, Suzanne; BELO, Duarte, 1997. *Portugal. O Sabor da Terra*, Lisboa: Círculo de Leitores.
- MCHARG, Ian, 2000 (1967). *Proyectar con la Naturaleza*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- MORIN Edgar e CASSÉ, Michel, 2007. *Filhos do Céu entre Vazio, Luz e Matéria*, Lisboa: Instituto Piaget.
- MORIN, Edgar, 2008 (1990). *Introdução ao Pensamento Complexo*, Lisboa: Instituto Piaget.
- MORIN, Edgar e LE MOIGNE, Jean-Louis, 2009 (2007). *Inteligência da Complexidade Epistemológica e Pragmática*, Lisboa: Instituto Piaget.
- MORRIS, A. E. J., 1994. *History of the Urban Form Before the Industrial Revolutions*, Third Edition, New York: Longman Scientific & Technical.
- MORRISON, Philip; MORRISON, Phylis e The Office of Charles and Ray Eames, 2002 (1982). *Potências de Dez. O mundo às várias escalas*, Biblioteca Científica, Porto: Porto Editora.
- MUMFORD, Lewis, 1998. *A Cidade na História. Suas origens, transformações e perspectivas*, S. Paulo: Martins Fontes.
- NORBERG-SCHULZ, Christian, 1997 (1979). *Genius Loci Paysage, Ambiance, Architecture*. Hayen: Pierre Mardaga Éditeur.
- NUNES, Francisco Oneto, 1993. *Vieira de Leiria A História, O Trabalho, A Cultura*, Vieira de Leiria: Junta de Freguesia de Vieira de Leiria.

BIBLIOGRAFIA

- OLGYAY, Victor, 2002 (1963). *Arquitectura y Clima*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- OLIVIER, Paul, 2006. *Built to Meet Needs Cultural Issues in Vernacular Architecture*, Oxford: Architectural Press, Elsevier.
- OLIVIER, Paul, 2003. *Dwellings the Vernacular House World Wide*, New York: Phaidon Press Limited.
- OLIVIER, Paul, (ed.) 1997. *The Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*, Three Volumes, Cambridge: Cambridge University Press.
- OLIVEIRA, E. V.; GALHANO, F., PEREIRA, B., 1994. *Construções Primitivas em Portugal*, 3ª Edição, Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- OLIVEIRA, E. V.; GALHANO, F., 2003. *Arquitectura Tradicional Portuguesa*, 5ª Edição, Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- PESSIS-PASTERNAK, Guitta, 1993 (1991). *Será Preciso Queimar Descartes? Do caos à inteligência artificial: quando os cientistas se interrogam* (Entrevistas), Lisboa: Relógio D' Água.
- POINCARÉ, Henry, 1970. *Ciência e Hipótese*, Série Cultura Clássica, Alfragide: Galeria Panorama.
- PORTA, Sergio; CRUCITTI, Paolo e LATORA, Vito, ..., *The Network Analysis of Urban Streets: A Primal Approach*,
- PRIGOGINE, I. e STENGERS, I., «Organização», in *Enciclopédia Einaudi*, Lisboa: Imprensa Nacional da Casa da Moeda, pp.: 112 – 130.
- RACIONERO I GRAU, Luís, 1987. *Art i Ciència. La dialèctica de la creativitat*, Barcelona: Editorial Laia.
- RACIONERO, Luís, 2009 (2000). *O Progresso Decadente Revisão do Século XX*, Lisboa: Fim de Século Edições.
- REYNOLDS, John S. 2002. *Courtyards Aesthetics, Social, and Thermal Delight*, New York: John Wiley & Sons.
- REGISTER, Richard, 2002. *Ecocities. Building cities in balance with nature*, Berkeley: Berkeley Hill Books.
- RIBEIRO, Orlando, 1992. *Geografia e Civilização*, 3ª Edição, Lisboa: Livros Horizonte
- RIBEIRO, Orlando, 1968. *Mediterrâneo, Ambiente e Tradição*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

RIBEIRO, Orlando, 1998. *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*, 7.^a Edição, Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora.

RIFKIM, Jeremy, s.d. *Entropia Uma Visão Nova do Mundo*, Temas Universais, Faro: Universidade do Algarve.

ROBERTS, Brian K., 1996. *Landscapes of Settlement: prehistory to the present*, London: Routledge.

ROMERO, M. A. Bustos, 2001. *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*, 2.^a Edição, São Paulo: ProEditores.

ROOB, Alexander, 1997. *Alquimia & Misticismo*, Lisboa: Taschen.

ROSADO, Caleb, 2006. *From Fragmentation to Wholeness: Quantum Physics and Urban Ministry. A Faith and Learning Paper for the Integration of a Sub-discipline*, <http://www.Rosado.net/pdf/QP_Urban_Ministry.pdf>, [consulta: 20 Dezembro 2009].

ROSENSTIEHL, Pierre, 1988. «Rede», in *Enciclopédia Einaudi*, vol. 13, Lisboa: Imprensa Nacional da Casa da Moeda, pp: 228 – 246.

ROSNAY, Joël, 1977 (1966) *As Origens da Vida do Átomo à Célula*, Coimbra: Livraria Almedina.

ROSNAY, Joël, 1977 (1975). *O Macroscópio para uma visão global*, Lisboa: Arcádia.

ROSNAY, Joël, 2000. *The Symbiotic Man A New Understanding of the Organization of Life and a Vision of the Future*, New York: McGraw Hill.

RUDOFISKY, Bernard, 2003 (1964). *Architecture Without Architects A Short Introduction To Non-Pedigreed Architecture*, Albuquerque: University of New Mexico.

SAGAN, Carl, 1984. *Cosmos*, Lisboa: Gradiva.

SALINGAROS, Nikos A., 2005. *Principles of Urban Structure, Design Science Planning*, Amsterdam: Techne.

SEMPLE, Ellen Churchill, 2007 (1911). *Influences of Geographic Environmental*, Charleston: Bibliobazaar.

SERRA, Rafael, 2000. *Arquitectura y Climas*, 2.^a Edição, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

SERRES, Michel, 1997. *As Origens da Geometria*, Lisboa: Terramar.

STEEN, Bill e Athena, KOMATSU, Eiko e Yoshio, 2003. *Built by Hand Vernacular Buildings Around the World*, Salt Lake City: Gibbs Smith Publishers.

STEVENS, Peter, 1974. *Patterns in Nature*, Boston: Atlantic Monthly Press Book.

BIBLIOGRAFIA

THUAN, Trinh Xuan, 1999. *O Caos e a Harmonia A Fabricação do Real*, Lisboa: Terramar.

TODD, Nancy Jack e John, 1993. *From Eco-Cities to Living Machines. Principles of Ecological Design*, Berkeley: North Atlantic Books.

TUAN, Yi-Fu, 2004. *Place, Art, And Self*, Santa Fe, New Mexico: Center for American Places.

TUAN, Yi-Fu, 1990 (1974). *Topophilia A Study of Environmental Perception, Attitudes, and Values*, New York: Columbia University Press.

TOJO, José Fariña, 1998. *La Ciudad y el Medio Natural*, Madrid: Akal Arquitectura.

VAN DER RYN, Sum e COWAN, Stuart, 1996. *Ecological Design*, Washington: Island Press.

VASCONCELLOS, Maria José, 2008 (2002). *Pensamento Sistêmico. O Novo Paradigma da Ciência*, 7ª. Edição, Campinas: Papirus.

VISINTIN, Luigi, 1958. *Continents e Paesi*, Novara: Instituto Geografico De Agostini.

WOLFRAM, Stephen, 2002. *A new kind of science*, Champaign: Wolfram Media.

YEANG, Ken, 2001. *El Rascacielos Ecológico*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili.