

Arquitectura e Consciência Ambiental

Mariana de Sousa Magalhães

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Arquitectura

(2º ciclo de estudos ou mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutor Jorge Humberto Canastra Marum

Junho de 2020

AGRADECIMENTOS

À minha Maria Francisca, parceira de sempre e para sempre. As palavras não chegam para agradecer a fortuna que é ter-te como companheira nesta jornada que é a vida. Um enorme obrigada pela fonte de inspiração que és e, por seres a *de Sousa Magalhães* que luta pelas pessoas enquanto eu luto pela *terra-pátria*.

À minha Maria e ao meu José, que impulsionaram a metamorfose de uma terrível engenheira numa (esperançosamente) boa arquitecta.

À Joana, ao André e ao Mestre Miguel, pelas incontáveis e infindáveis tertúlias que tanto me acrescenta(ra)m.

Ao Professor Jacinto Rodrigues, pela disponibilidade, pela partilha e acima de tudo, pela sabedoria.

À Cidade-Jardim que é Viseu, ao Porto e à Covilhã, mas, acima de tudo, à Eslovénia, por terem sido cenário de todas estas transformações pessoais que resultaram na efusiva vontade de ser uma jovem ambientalista antes de ser uma jovem arquitecta, e de (tentar) incessantemente lutar pela preservação da nossa casa comum.

A todas as titis, à Maria e à Xaninha, por sempre acreditarem, bem como a todas as famílias que vim colecionando ao longo dos anos. Em particular, à minha querida Maria Graça Abreu, a minha pintora favorita que afortunadamente me encaminhou por este percurso e, de igual modo, à minha querida Idalina, que sempre me lembrou que as asas estão cá para voar.

E por último, mas não menos importante, ao Professor Jorge Marum, por ter aceitado ser meu orientador e embarcar comigo nesta aventura. Um grande bem-haja pela disponibilidade, pela partilha, a paciência e, acima de tudo, pelo excepcional pedagogo que é, que nos faz sempre sentir capazes de fazer mais e melhor.

A todos os seres ambientalmente conscientes, dedico esta dissertação.

A presente dissertação foi escrita ao abrigo do antigo acordo ortográfico.

As referências bibliográficas apresentadas seguem a Norma APA.



Figura 1 - *When the Oil Fields Burned* (1991), Kuwait. Fotografia de Sebastião Salgado.

*“O firmamento é para sempre azul, e a Terra
Continuará firme e a desabrochar na Primavera.
Mas, homem, quanto tempo viverás tu?”*

*Das Lied von der Erde | A Flauta Chinesa: Canção de Beber da Mágica da Terra*¹
(Mahler, apud Weisman, 2008, p. 11)

¹ *Das Lied von der Erde*, em português conhecida como *A Canção da Terra*, é uma obra de seis canções de dimensões sinfônicas composta por Gustav Mahler (1860-1911) cujos textos são poemas chineses dos séculos VIII e IX, da autoria de Li-Tai-Po (701-762), que foram extraídos do livro *A Flauta Chinesa* (1907), traduzido para o alemão por Hans Bethgel (1876-1946).

RESUMO

A presente dissertação tem como objectivo preconizar o papel da arquitectura como uma ferramenta de acção na mitigação da crise ambiental actual e, simultaneamente, como ferramenta de consciencialização, compreensão e assimilação, da importância da Natureza e do meio ambiente para as sociedades.

É cada vez mais habitual tomarmos conhecimento da destruição dos sistemas naturais globais que surge como fruto das actividades antropogénicas do último século, cujo *modus operandi* é responsável por um exacerbado esgotamento dos recursos naturais globais e por uma contaminação ambiental descontrolada.

Um dos sectores de maior impacto nesta crise ambiental é o parque edificado que se estima ser responsável pelo consumo de metade da energia gerada globalmente e pela mesma percentagem de emissões atmosféricas de CO₂ (Glyphis, 2001; Heywood, 2012).

Desse modo, sentiu-se a urgência de desenvolver através desta dissertação uma reflexão acerca do papel da arquitectura na crise ambiental hodierna e, consecutivamente, do nosso papel, enquanto arquitectos, como agentes mediadores nestes desastres.

Assim, o que se apresenta é a realização de uma dissertação teórica que venha demonstrar a imprescindibilidade da vinculação da educação e consciência ambientais na arquitectura, tanto nas gerações futuras como na actual, que através de uma compreensão mais extensa sobre esta problemática materializarão projectos que assumam um compromisso com a protecção e preservação ambientais. Consecutivamente, sendo a arquitectura uma constante na vida do Homem Contemporâneo, essa metamorfose epistemológica do pensamento arquitectónico poderá despertar nas sociedades uma maior vontade de agir voluntariamente contra este caos ambiental, que deixou de ameaçar não só as outras espécies, mas que começa a ameaçar cada vez mais a nossa.

Palavras-chave

Consciência Ambiental | Arquitectura | Sustentabilidade | Responsabilidade | Ecologia

ABSTRACT

This dissertation aims to advocate the role of architecture as an action tool in the mitigation of the current environmental crisis and, simultaneously, as a tool for awareness, understanding and assimilation, of the importance of Nature and the environment for societies.

It is increasingly common for us to become aware of the destruction of global natural systems that arises as a result of the anthropogenic activities of the last century, whose *modus operandi* is responsible for an exacerbated depletion of global natural resources and uncontrolled environmental contamination. One of the sectors with the greatest impact in this environmental crisis is the built park which is estimated to be responsible for consuming half of the energy generated globally and for the same percentage of atmospheric CO₂ emissions (Glyphis, 2001; Heywood, 2012).

Thus, there was an urgency to develop through this dissertation a reflection on the role of architecture in today's environmental crisis and, consecutively, of our role, as architects, as mediating agents in these disasters.

Thus, what is proposed is the realization of a theoretical dissertation that will demonstrate the indispensability of linking environmental education and awareness in architecture, both in future and current generations, which through a more extensive understanding of this problem will materialize projects that assume a commitment to environmental protection and preservation.

Consecutively, considering that architecture is a constant in the life of a contemporary man, this epistemological metamorphosis in architectural thinking may awaken in societies a greater willingness to act voluntarily against this environmental chaos, which no longer threatens only other species, but which begins to increasingly threaten ours.

Keywords

Environmental Consciousness | Architecture | Sustainability | Responsibility | Ecology

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	ix
Abstract	xi
Índice	xiii
Lista e Créditos de Figuras	xv
Lista de Gráficos e Tabelas	xxiv
Lista de Acrónimos	xxvi
1. Introdução	1
I. Ponto Prévio de Enquadramento	1
II. Objectivos	4
III. Metodologia	7
2. Uma Actualidade Insustentável	11
1.1. O Arquitecto e a Natureza O Pintor e a Tela	17
2. Arquitectura e Consciência Ambiental	11
2.1. A Origem Biológica: O Arquitecto é um Ser-Humano O Ser-Humano é um Ser-Vivo	23
2.2. Sustentabilidade e Ecologia O Estudo da Casa	26
2.3. A Consciência Ambiental	31
2.4. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental As Pegadas Ambientais	39
3. Breve Abordagem da Evolução da Pegada Ecológica da Arquitectura	47
3.1. O Passado Ecocêntrico	50
3.1.1. O Homem adapta-se à Natureza	51
3.1.2. Da Pré-História à Antiguidade	53
3.1.3. A Arquitectura da Antiguidade	59
3.1.4. A Idade das Trevas A Arquitectura na Idade Média	68
3.2. O Precedente Antropocêntrico	73
3.2.1. A Revolução Filosófica, Científica e Técnica Os Alicerces do Movimento Moderno	74
3.2.2. A Revolução na Indústria os Novos Materiais	77
3.2.3. A Mundialização da Arquitectura: A Célula e o Organismo O Edifício e a Cidade	81
3.2.4. A Natureza Adapta-se ao Homem	88
3.3. O Presente Egocêntrico	90
3.3.1. A Grande Aceleração	91
3.3.2. A Mediatização da Arquitectura	92

4. Arquitectura como Parte do Problema	97
4.1. O Paradigma Linear da Arquitectura e da Construção	101
4.1.1. Recursos Finitos Contaminação Ilimitada	104
4.1.1.1. Consumo Energético e Emissões Atmosféricas	104
4.1.1.2. Os Recursos Naturais e os Resíduos Anti-Naturais	107
4.1.2. A Ocupação do Solo	110
5. Arquitectura Como Parte da Solução	111
5.1. Sustentabilidade Responsabilidade	117
5.2. A Educação Ambiental	120
5.3. A Re-Invenção do Precedente	125
5.4. A Cidade Eco-sistémica e o Metabolismo Circular	129
5.5. O Arquitecto Ambientalmente Consciente e Consciencializador	137
6. Reflexões Finais	147
Bibliografia Geral	151
Apêndices	161
Glossário Conceitos-Chave	163

LISTA E CRÉDITOS DE FIGURAS

- Figura 1** - *When the Oil Fields Burned* (1991), Kuwait. Fotografia de Sebastião Salgado. vii
 [Fonte: *New York Times*. <https://www.nytimes.com/interactive/2016/04/08/sunday-review/exposures-kuwait-salgado.html>]
- Figura 2** - Celebrating Our Human Footprint. A Building like a Tree - A City like a Forest. EPEA e Michael Braungart na Biennale de Veneza de 2016. Fotografia da autora. 10
 Fonte: Mariana Magalhães
- Figura 3** - Celebrating Our Human Footprint. A Building like a Tree - A City like a Forest. EPEA e Michael Braungart na Biennale de Veneza de 2016. Fotografia da autora. 10
 Fonte: Mariana Magalhães
- Figura 4**- O Pintor e a Tela. The Green Town (1978). Pintura de Friedensreich Hundertwasser (1928 – 2000). 19
 Fonte: Baha Fine Art. <http://en.bahafineart.com/friedensreich-hundertwasser/green-town>
- Figura 5** –O Arquitecto e a Natureza. Obra de Friedensreich Hundertwasser em Blumau Thermal Village (1993-1997), Austria. Fotografia de Enrico Carcasci. 19
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com/556085/the-latest-99-invisible-hundertwasser-and-his-fight-against-the-godless-line>
- Figura 6** – Representação esquemática do Ecosistema - Biótopo e Biocenose. 26
 Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 7** - O paradigma mecanicista adaptado ao desenvolvimento das sociedades. 28
 Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 8** - A Hierarquia das Esferas. 28
 Fonte: Adaptado de Martek, Hosseini, Shrestha, Zavadskas e Seaton (2018).
- Figura 9** - O Paradigma Sustentável: Os três objectivos para atingir o equilíbrio das esferas (economia, sociedade e ambiente). 29
 Fonte: Adaptado de Theis (2015)
- Figura 10** – A visão antropocêntrica de René Descartes VS A visão ecocêntrica de Aldo Leopold. 32
 Fonte: Ciências no Planeta. <http://cienciasnoplaneta.blogspot.com/2013/02/egocentrismo-x-ecocentrismo.html>
- Figura 11** - Planos de Acção da década de 90 para o Desenvolvimento Sustentável no Sector da Construção. 36
 Fonte: Adaptado de CIB & UNEP (2002)

- Figura 12** – As Pegadas Ambientais: Ferramentas de Medição de Impacto Ambiental: Espaciais e Abstractas. 41
Fonte: Adaptado de Sorvig (2010)
- Figura 13** - A *Land Footprint* e o crescimento populacional na cidade de Lisboa. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand. 46
Fonte: Yann Arthus-Bertrand. <http://www.yannarthusbertrand2.org/collection/earth-from-above/>
- Figura 14** - A *Land Footprint* associada à *Resource Footprint*, devido à desflorestação. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand. 46
Fonte: Yann Arthus-Bertrand. <http://www.yannarthusbertrand2.org/collection/earth-from-above/>
- Figura 15** – A *Land Footprint* e o crescimento populacional numa favela no Brasil. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand. 46
Fonte: Yann Arthus-Bertrand. <http://www.yannarthusbertrand2.org/collection/earth-from-above/>
- Figura 16** - Edifício Habitacional em São Paulo, da autoria de Oscar Niemeyer (1907 - 2012). Fotografia de Yann Arthus-Bertrand. 46
Fonte: Yann Arthus-Bertrand. <http://www.yannarthusbertrand2.org/collection/earth-from-above/>
- Figura 17** – A *Land Footprint* associada à *Resource Footprint*, devido à transformação do solo. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand. 46
Fonte: Yann Arthus-Bertrand. <http://www.yannarthusbertrand2.org/collection/earth-from-above/>
- Figura 18** - Hieronymus Bosch (1480-1505). *The Garden of Earthly Delights*. Primeiro Painel. De c. 1500. 50
Fonte: Museo del Prado. <https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/the-garden-of-earthly-delights-triptych/02388242-6d6a-4e9e-a992-e1311eab3609>
- Figura 19** - Vestígios de abrigos Pré-Históricos: Escavação de um abrigo datado de há 15 000 anos construído com ossos de mamute encontrado em Mezhyrich, na Ucrânia (1966). 54
Fonte: RIANovosti. <http://images.fineartamerica.com/images-medium-large/mammoth-bone-hut-excavation-ukraine-ria-novosti.jpg>.
- Figura 20** – Vestígios de abrigos Pré-Históricos: *Howick House*. Um abrigo do Mesolítico reconstruído à semelhança do que existiu cerca de 7.800 anos a.C. com estrutura em madeira e coberto com fibras vegetais. Fotografia de Andrew Curtis. 54
Fonte: Geograph. <https://www.geograph.org.uk/photo/1091110>
- Figura 21** - Neolítico na Europa: Monumento Megalítico de Stonehenge (3100-2075 a.C.) Planície de Salisbúria. Reino Unido. Fotografia de David Goddard. 57
Fonte: History Channel. <https://www.history.com/topics/british-history/stonehenge>.

- Figura 22** - Neolítico do Oriente: Muralha e Torre Neolíticas de Jericó. (c. 7000 a.C.)
Jordânia. Fotografia de David Harris. 57
Fonte: ResearchGate. https://www.researchgate.net/figure/The-PPNA-tower-at-Jericho-Photograph-David-Harris_fig2_285010396
- Figura 23** - Neolítico do Oriente. O assentamento de Çatal Huyuk após as escavações dos anos 60. 57
Fonte: Khan Academy. <https://www.khanacademy.org/humanities/prehistoric-art/neolithicart/neolithic-sites/a/atalhyk>
- Figura 24** - O assentamento Neolítico Europeu de Skara Brae. Ilustração de V.Gordon Childe (1930) 58
Fonte: Solaripedia. https://www.solaripedia.com/13/399/5957/skara_brae_village_map.html
- Figura 25** - Neolítico do Oriente: Çatal Hüyük: Casas e santuários em terraços. Ilustração de Mellaart (1975) 58
Fonte: ResearchGate.
https://www.researchgate.net/figure/Plan-of-the-Neolithic-site-of-Catal-Hueyuek-Mellaart-1975-fig-44_fig6_316981283
- Figura 26** - Planta do assentamento Neolítico de Çatal Huyuk. Ilustração de Mellaart (1975) 58
Fonte: Janson (2005)
- Figura 27** - Plano geral da cidade de Mileto, na actual Turquia, com origem Minóica. O traçado ortogonal da cidade demonstra a influência de Hipódromo, no entanto, apesar da ortogonalidade do plano, a adaptação topográfica ao contorno sinuoso mantém-se. 62
Fonte: D'Alfonso & Samsa (2006)
- Figura 28** - Plano geral da cidade Minóica de Gurnia, na Ilha de Creta. (1600-1450 a.C.). 62
Fonte: Goitia (1982)
- Figura 29** - Maquete em terracota de uma casa da Civilização Minóica achada em Arcanes, a sul de Cnosso. (cerca de 1700 a.C.) 62
Fonte: D'Alfonso & Samsa (2006)
- Figura 30** - Várias tipologias de pátios romanos com o *impluvium* central e cuidado constante de aproveitar as águas pluviais através de um correcto estudo da cobertura. 67
Fonte: Vitruvius (2006)
- Figura 31** - *Domus* de Menander, em Pompeia. Fotografia do *impluvium* localizado no atrium da habitação. Fotografia de Carole Raddato 67
Fonte: Khan Academy.
<https://www.khanacademy.org/humanities/ancient-art-civilizations/roman/beginners-guide-rome/a/roman-domestic-architecture-domus>

- Figura 32** - Hipocausto encontrado numa villa romana em Vieux-la-Romaine, França. 67
Fonte: Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Hypocaust#/media/File:Vieux_la_Romaine_Villa_hypocauste.jpg
- Figura 33** - Desenho reconstrutivo de uma ínsula, em Ostia. Ilustração de Italo Gismondi (1923) 67
Fonte: Khan Academy.
<https://www.khanacademy.org/humanities/ancient-art-civilizations/roman/beginners-guide-rome/a/roman-domestic-architecture-insula>
- Figura 34** - Desenho esquemático do funcionamento de um Hipocausto. 67
Fonte: Lit. H. Degering & E. Fabricius
<https://www.stilus.nl/oudheid/wdo/ROME/GEWOON/HYPOK.html>
- Figura 35** - A Arquitectura Bizantina Oriental. A Basílica de Santa Sofia (532-538) construída em Constantinopla, após a transferência da capital de Roma para Bizâncio. 69
Fonte: D'Alfonso & Samsa (2006)
- Figura 36** - A Arquitectura Bizantina na Rússia, onde a madeira se assume como material de eleição. Igreja de Santa Sofia de Novgorod (1045-1050) 69
Fonte: D'Alfonso & Samsa (2006)
- Figura 37** - Arquitectura Bizantina na Rússia. A Catedral de São Basílio (1555-1560) em Moscovo. 69
Fonte: D'Alfonso & Samsa (2006)
- Figura 38** - Hieronymus Bosch (1480-1505). The Garden of Earthly Delights. Segundo Painel. De c. 1500. 73
Fonte: Museo del Prado. <https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/the-garden-of-earthly-delights-triptych/02388242-6d6a-4e9e-a992-e1311eab3609>
- Figura 39** - O Renascimento dos Clássicos: *Homo Bene Figuratus* (I a.C.)| A proporção humana de Vitruvius. 76
Fonte: Vitruvius (2006)
- Figura 40** - O Renascimento dos Clássicos: *Homo ad circulum* (1490). A reinterpretação do homem Vitruviano por Leonardo Da Vinci. 76
Fonte: D'Alfonso & Samsa (2006)
- Figura 41** - O Renascimento dos Clássicos: Pirâmide da Civilização Egípcia. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand. 76
Fonte: Yann Arthus-Bertrand. <http://www.yannarthusbertrand2.org/collection/egypt/>

- Figura 42** - O Renascimento dos Clássicos: Projecto de cenotáfio (cerca de 1782) de E.L. Boullée (1728-1799). 86
 Fonte: D'Alfonso & Samsa (2006)
- Figura 43** - A implementação do betão armado. Hildebrand e Günthel, Drenckhahn & Sudhop. Moinho Roland, em Brema 1910. 80
 Fonte: Gössel & Leuthäuser (2001)
- Figura 44** - Walter Bauersfeld, Dyckerhoff & Widmann. Planetário em Jena, 1924-1925. 80
 Fonte: Gössel & Leuthäuser (2001)
- Figura 45** - Diagrama da Cidade-Jardim de Ebenezer Howard. 85
 Fonte: Goitia (1982)
- Figura 46** - Diagrama da Cidade-Jardim de Ebenezer Howard. 85
 Fonte: Goitia (1982)
- Figura 47** - *La Ville Radieuse*, de Le Corbusier. 85
 Fonte. Archdaily. <https://www.archdaily.com.br/br/787030/classicos-da-arquitetura-ville-radieuse-le-corbusier>
- Figura 48** - *Villa Savoye* (1929-1931) de Le Corbusier, em Poissy. Fotografia de Angel Fernandez Orozco. 87
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com.br/br/792544/villa-savoye-pelas-lentes-de-angel-fernandez-orozco>
- Figura 49** - A casa *Solar Hemicycle* (1944) de Frank Lloyd Wright, projectada no Wisconsin para Herbert Jacobs. Fotografia de Ezra Stoller 87
 Fonte: Gössel & Leuthäuser (2001)
- Figura 50** - Hieronymus Bosch (1480-1505). *The Garden of Earthly Delights*. Terceiro Painel. De c. 1500. Fonte: Museo del Prado 90
 Fonte: Museo del Prado. <https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/the-garden-of-earthly-delights-triptych/02388242-6d6a-4e9e-a992-e1311eab3609>
- Figura 51** - Starchitecture: Render do projecto 33-35 Hoxton Square (2006). Edifício de habitação e serviços de Zaha Hadid Architects. 93
 Fonte: Zaha Hadid Architects. <https://www.zaha-hadid.com/architecture/33-35-hoxton-square/>
- Figura 52** - Starchitecture: Museu Real de Ontario (2007), Canada, autoria do Studio Libeskind. 93
 Fonte: Architizer. <https://architizer.com/projects/royal-ontario-museum/>
- Figura 53** - Starchitecture: Museu Guggenheim Bilbao (1997) de Frank Gehry. 93
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com.br/br/786175/classicos-da-arquitetura-museu-guggenheim-de-bilbao-gehry-partners>

- Figura 55** – Arquitectura Vernacular VS Arquitectura Contemporânea: Intervenção do atelier Teprin Associati nas igrejas de Lalibela, Etiópia. Fotografia de Ko Hon Chiu Vincent 96
Fonte: UNESCO. <http://whc.unesco.org/en/documents/124926>
- Figura 54** – Arquitectura Vernacular VS Arquitectura Contemporânea: Intervenção do atelier Teprin Associati nas igrejas de Lalibela, Etiópia. Fotografia de Giovanni Lami e Ottavia Sarti 96
Fonte: Teprin Associati. <https://www.teprin.com/eng/Projects/22/Shelters-for-rock-hewn-churches>
- Figura 56** – Arquitectura Vernacular VS Arquitectura Contemporânea: Intervenção do atelier Teprin Associati nas igrejas de Lalibela, Etiópia. Fotografia de Giovanni Lami e Ottavia Sarti 96
Fonte: Teprin Associati. <https://www.teprin.com/eng/Projects/22/Shelters-for-rock-hewn-churches>
- Figura 57** – Esquema representativo do metabolismo linear de uma cidade. 101
Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 58** – Esquema representativo do metabolismo linear de um edifício. 102
Fonte: Brophy & Lewis (2011)
- Figura 59** – Esquema representativo do paradigma linear no processo de produção hodierno 103
Fonte: Ideia Circular. <https://www.ideiacircular.com/economia-circular/>
- Figura 60** – Esquema representativo do metabolismo circular no funcionamento de uma cidade. 130
Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 61** – Ilustrações de estratégias ecológicas para a concepção de edifícios sustentáveis onde há a integração das forças naturais para a concepção do projecto. Ilustrações de Lengen (2010) 132
Fonte: Lengen (2010)
- Figura 62** – Os dois ciclos do C2C – O ciclo da Biosfera, para a reciclagem e reaproveitamento de nutrientes biológicos, e o ciclo da Tecnosfera, para a reciclagem e reaproveitamento de nutrientes que não são biodegradáveis. 134
Fonte: EPEA. <https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle>
- Figura 63** – Os princípios do Paradigma Circular no funcionamento de um edifício. 134
Fonte: Brophy & Lewis (2011)
- Figura 64** – A cidade solar e ecológica de Linz, na Austria projectada pelos arquitectos Thomas Herzong, Norman Foster e Richard Rogers, com a participação do atelier Dreiseitl (Rodrigues, 2006). A cidade dispensa o uso de energia proveniente de combustíveis fósseis e os edifícios foram concebidos por forma a apresentarem uma baixa dependência energética. 136
Fonte: Atelier Dreiseitl. <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/solar-city-linz-austria/>

- Figura 65** - A zona de entrada de uma *Earthship* onde se encontra a estufa e o jardim interior. Fotografia de Mueller Felix. 139
Fonte: Arch20. <https://www.arch2o.com/earthship-homes-michael-reynolds/>
- Figura 66** - Fotografia da parede interior de uma *Earthship* que integra a reutilização de garrafas de vidro. Fonte: Earthship Biotecture. 139
Fonte: Arch20. <https://www.arch2o.com/earthship-homes-michael-reynolds/>
- Figura 67** - Michael Reynolds, o arquitecto fundador, a construir um pilar que integra o uso de latas. 139
Fonte: EarthshipBiotecture. <https://www.earthshipglobal.com/earthship-images/>
- Figura 68** - Maquete de uma *Earthship* onde se evidenciam as paredes estruturais construídas através da reutilização de pneus descartados e as cisternas de água, no alçado posterior, para a recolha de águas pluviais. Fotografia da autora. 139
Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 69** - Escola *Earthship* em Jaureguiberry, Uruguay. 139
Fonte: EarthshipBiotecture. <https://www.earthshipglobal.com/earthship-images/>
- Figura 70** - *The Hundertwasser-Krawina House* (1985), Viena. 141
Fonte: Loregger (2013)
- Figura 71** - As "*Tree Tenants*" que co-habitam o edifício com os restantes moradores. 141
Fonte: Loregger (2013)
- Figura 72** - Espaços interiores decorados com os mosaicos cerâmicos reutilizados e as paredes em tijolo à vista. 141
Fonte: Loregger (2013)
- Figura 73** - Os pilares exteriores e os apontamentos feitos com resíduos cerâmicos reaproveitados. Fotografia da autora. 141
Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 74** - *The Green, Invisible, Inaudible Motorway* (1974) Projecto de Hundertwasser para uma auto-estrada ecológica. 141
Fonte: Taschen (2018)
- Figura 75** - Ilustração da Green Motorway, em Vienna (1974) da autoria de Hundertwasser (1974). 141
Fonte: Taschen (2018)
- Figura 76** - Interior do DESI Training Centre (2008) da autoria de Anna Heringer em Rudrapur, Bangladesh. 143
Fonte: Anna Heringer.

- Figura 77** - Sala interior da METI School construída em taipa. Fotografia de Kurt Hoerbst 143
 Fonte: Heringer (2018)
- Figura 78** - Alçado da METI School, da autoria de Anna Heringer em Rudrapur, Bangladesh. 143
 Fonte: Anna Heringer. <http://www.anna-heringer.com/index.php?id=31>
- Figura 79** - Alçado do DESI Centre, da autoria de Anna Heringer em Rudrapur, Bangladesh. 143
 Fonte: Anna Heringer. <http://www.anna-heringer.com/index.php?id=41>
- Figura 80** - *Mudworks* (2019) Pavilhão em taipa na cidade de Schlins, Austria. 143
 Fonte: Anna Heringer. <http://www.anna-heringer.com/index.php?id=6>
- Figura 81** - *Mudworks* (2012) Instalação em taipa na entrada da *Harvard's Graduate School of Design*. 143
 Fonte: Anna Heringer. <http://www.anna-heringer.com/index.php?id=71>
- Figura 82** - Projecto *Villa Verde Housing* (2010), do escritório ELEMENTAL em Constitución, Chile. Fotografia de Suyin Chia 145
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com/447381/villa-verde-housing-elemental>
- Figura 83** - Projecto *Quinta Monroy* (2003) do escritório ELEMENTAL em Iquique, Chile. Fotografia de Cristobal Palma 145
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com/10775/quinta-monroy-elemental/>
- Figura 84** - O *Innovation Center UC* (2014) do escritório ELEMENTAL em Santiago, Chile. Fotografia de Nina Vidic. 145
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com/549152/innovation-center-uc-anacleto-angelini-alejandra-aravena-elemental>
- Figura 85** - O átrio central do *Innovation Center UC* (2014). Fotografia: Nico Saieh 145
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com/549152/innovation-center-uc-anacleto-angelini-alejandra-aravena-elemental>
- Figura 86** - As paredes exteriores do *Innovation Center UC* (2014). Fotografia de Suyin Chia 145
 Fonte: Archdaily. <https://www.archdaily.com/549152/innovation-center-uc-anacleto-angelini-alejandra-aravena-elemental>
- Figura 87** - Sala introdutória da Biennale de Veneza de 2016, de Alejandro Aravena. Fotografia da autora. 146
 Fonte: Mariana Magalhães.

- Figura 88** - Sala introdutória da Biennale de Veneza de 2016, de Alejandro Aravena.
Fotografia da autora. 146
Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 89** - Frames do vídeo "*Mother Nature*" da série Nature is Speaking, da organização Conservation International. 150
Fonte: Conservation International. <https://www.conservation.org/nature-is-speaking>
- Figura 90** – Primeiro Painel do Concurso INNATUR7. O Centro de Interpretação da Natureza Bloom, na Pateira de Fermentelos. 161
Fonte: Mariana Magalhães.
- Figura 91** – Segundo Painel do Concurso INNATUR7. O Centro de Interpretação da Natureza Bloom, na Pateira de Fermentelos. 162
Fonte: Mariana Magalhães.

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

- Gráfico 1** - Concentração de dióxido de carbono na atmosfera (1000-2050). Adaptado de 2ºDegrees Institute 12
 Fonte: <https://www.2degreesinstitute.org/>
- Gráfico 2** - Estimativa dos anos de reserva dos recursos naturais não renováveis face à vigência do actual modelo de consumo. 13
 Fonte: Bellanger & Lallement (2008) apud
- Gráfico 3** – Aumento de Área Construída a nível global desde 1976 até 2015. Adaptado de UNEnvironment (2019) 15
 Fonte: (UN Environment, 2019)
- Gráfico 4** - Crescimento da População Mundial desde 10 000 aC até 2011 d.C. Adaptado de OurWorldinData. 16
 Fonte: <https://ourworldindata.org/world-population-growth>
- Gráfico 5** - Timeline do Calendário Cósmico de Carl Sagan. O Enquadramento do Homem em relação à Terra e ao Universo. 24
 Fonte: Adaptado de (Andorfer, Malone, & McCain, 1980)
- Gráfico 6** - Timeline dos acontecimentos mais importantes na emergência da consciência ambiental moderna. 38
 Fonte: Mariana Magalhães
- Gráfico 7** - Evolução da Pegada Ecológica da Humanidade (1961-2015). Adaptado de Global Footprint Network (2019) 39
 Fonte: <http://data.footprintnetwork.org/#/?>
- Gráfico 8** - Representação esquemática do metabolismo linear do processo produtivo industrial. Adaptado de Alves e Caeiro (1998) 79
- Gráfico 9** – Os três grandes grupos que compõe o Sector da Construção segundo Pinheiro (2006) 97
- Gráfico 10** - Fases do Ciclo de Vida de um Edifício (CVE). Adaptado de Amado et al. (2015) 98
- Gráfico 11** –Consumo Energético em 3 fases do CV de quatro edifícios (Japão, EUA, Suécia e Finlândia). Adaptado de UNEP (2007) 104
- Gráfico 12** - Consumo de Energia Final por sector em 2017, na Europa e no Mundo. 105
 Fonte: Adaptado de EDP (2017); IEA & UNEP (2018)

Gráfico 13 - Distribuição do Fornecimento Global de Energia Primária por Combustível no ano de 2016.	106
Fonte: Adaptado de IEA & UNEP (2018)	
Gráfico 14 – Percentagem de RCD'S destinados a aterro, incineração e reciclagem na Holanda, Dinamarca e Portugal.	109
Fonte: Adaptado de Mália (2010)	
Gráfico 15 – Potencial económico de eficiência energética a longo-prazo no cenário de novas políticas (new policies scenario) do Efficient World Scenario, 2011-2035. Adaptado de IEA (World Energy Outlook, 2012)	112
Fonte: Adaptado de (IEA, 2012)	
Gráfico 16 - Síntese do processo de construção de um edifício e respectivos intervenientes.	113
Fonte: Mariana Magalhães	
Gráfico 17 - Diagrama esquemático das várias relações entre os diversos agentes no processo construtivo.	114
Fonte: Adaptado de Papanek (2014)	
Tabela 1 - Quantidade de água potável gasta na extracção, processamento e produção de alguns materiais de construção.	42
Fonte: (Amado, Pinto, Alcaface, & Ramalhete, 2015)	
Tabela 2 - Mochila Ecológica de alguns materiais para produzir 1kg do material puro.	43
Fonte: (Pinheiro, 2006)	

LISTA DE ACRÓNIMOS

a.C.	Antes de Cristo
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
CE	Comissão Europeia
CIAM	Congrès Internationaux d'Architecture Moderne
CIB	International Council for Research and Innovation in Building Construction
CNUAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento
CV	Ciclo de Vida
CVE	Ciclo de Vida dos Edifícios
C2C	Cradle-to-Cradle
d.C.	Depois de Cristo
DESI	Dipshikha Electrical Skill Improvement
EDP	Energias de Portugal
EPD	Environmental Product Declaration
EPEA	Environmental Protection Encouragement Agency
GlobalABC	Global Alliance for Buildings and Construction
HVAC	Heating, Ventilation and Air-Conditioning
IBRoad	Individual Building Renovation Roadmaps
ICE	Inventory of Carbon and Energy
IEA	International Energy Agency
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LCA	Life Cycle Assessment
METI	Modern Education and Training Institute
MOMA	Museum of Modern Art
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ONU	Organização das Nações Unidas
PCS	Portal da Construção Sustentável
PPM	Partes por Milhão
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SAAP	Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais
UE	União Europeia
UN	United Nations

UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNEP	United Nations Environment Program
UNCHE	United Nations Conference on The Human Environment
UNCHS	United Nations Centre on Human Settlements
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WCED	World Commission on Environment and Development
WRAP	The Waste and Resources Action Programme
WWC	World Water Council
WWF	World Wildlife Fund
QUERCUS	Associação Nacional de Conservação da Natureza

I. INTRODUÇÃO

I.PONTO PRÉVIO DE ENQUADRAMENTO

“Climate change is the greatest threat to human rights in the twenty first century.”²

(Robinson, 2015)

Somos diariamente confrontados em contexto académico, social ou simplesmente através dos *media*, do quanto o modelo civilizacional hodierno está a comprometer o futuro do planeta assim como o da própria humanidade. A insalubridade ambiental que se faz sentir actualmente é hoje encarada como uma crise à escala planetária que, indubitavelmente, surge como um dos maiores desafios da humanidade.

Do mesmo modo que as causas que estão por detrás desta crise são vastíssimas também a bibliografia especializada sobre essa problemática o é, tanto no que diz respeito à crise ambiental como em relação a medidas ecológicas e sustentáveis que visem a sua possível resolução, ou atenuação. Só no campo da arquitectura a problemática da sustentabilidade redonda já numa vasta colecção de estudos e estratégias, sendo cada vez mais um assunto de particular importância para a disciplina.

Apesar de, inadvertidamente, haver uma vinculação entre essa crise e a prática arquitectónica, achamos da maior pertinência esclarecer algumas questões com as quais nos confrontámos concernentes à amplitude dessa relação e, delinear através deste ponto prévio, aquela que será a nossa amostra de estudo.

Estima-se que actualmente apenas 20% da população mundial seja responsável pelo consumo de 60% da energia global e 84% dos bens disponíveis, encontrando-se essa população concentrada maioritariamente nos países desenvolvidos do Mundo Ocidental.³ (Amado et al., 2015; Rodrigues, 2006)

² *“As alterações climáticas são a maior ameaça aos direitos humanos no século XXI.”* (tradução da autora)

³ Apesar de ser um conceito ambíguo, quando falamos de Mundo Ocidental pretendemos fazer referência aos países que têm origem colonial europeia e cujas sociedades foram inadvertidamente influenciadas pelo legado das civilizações desse mesmo continente, apresentando semelhanças a nível dos sistemas políticos, do desenvolvimento económico e da cultura. Assim, por Mundo Ocidental entendam-se os países do continente Europeu, Americano e da Oceânia.

A realidade é que, apesar de hoje se ter tornado o modelo hegemónico em termos globais, o paradigma mecanicista e tecno-productivista que está por detrás da contaminação e esgotamento planetários tem uma origem europeia, tendo-se proliferado posteriormente para os restantes países ocidentalizados e, somente mais tarde, para as restantes nações do Mundo Oriental. (García & Rivera, 2008)

Ainda hoje, cerca de dez mil anos após o assentamento das primeiras comunidades sedentárias, existem em alguns locais da África Tropical, das Américas e do Sul do Pacífico, sociedades tradicionais que apresentam resistência às imposições do modelo capitalista, social, tecnológico, territorial e educativo dos países desenvolvidos, continuando a viver através de uma economia de subsistência, à semelhança do Homem primitivo da Pré-História (Janson, 2005). A tecnologia e o habitat dessas sociedades tradicionais, à semelhança das civilizações primitivas do Neolítico, apresentam um respeito e uma adaptação ao seu contexto natural, desenvolvendo-se de forma auto-suficiente e ecológica. Logicamente, as suas arquitecturas, que nascem maioritariamente sem arquitectos, recorrem nas suas práticas a técnicas ecológicas assim como ao uso de materiais que são, na maioria dos casos, autóctones.

Simultaneamente, à semelhança do que acontecia com as sociedades na fase pré-industrial, as suas actividades económicas não produzem o esgotamento dos bens naturais nem a contaminação do meio ambiente, uma vez que se desenvolvem através de um metabolismo circular no qual os resíduos são biodegradáveis e, portanto, reciclados pelo próprio ecossistema local. (Rodrigues, 2006)

Seria, portanto, uma enorme falácia culpabilizar de igual modo todas as sociedades contemporâneas no que diz respeito ao estado de degradação ambiental actual. Dado o nosso contexto político, social, cultural e arquitectónico, no qual opera preminentemente o modelo mecanicista, que se rege através de um metabolismo linear onde o impacto ambiental é raramente equacionado, a presente dissertação irá focar-se maioritariamente na arquitectura dos países desenvolvidos, particularmente do Mundo Ocidental, onde a tecnosfera impera em prol do crescimento económico não sendo a biosfera equacionada no processo.

Deste modo, consideramos que o arquitecto contemporâneo se encontra numa bifurcação. Ora assume através da sua actividade uma posição que reflecte uma atitude eticamente responsável face ao ambiente natural, reduzindo a pegada ecológica dos seus edifícios e conseguindo, portanto, de algum modo, reduzir também o impacto deste sector na crise ambiental hodierna, ou, por outro lado, opta pelo percurso

convencional que ignora os impactes ambientais no desenvolvimento projectual, seguindo cegamente o modelo epistemológico determinista no qual a Natureza não passa de uma fonte de recursos e de um cenário de apropriação e exploração.

No entanto, o nosso interesse não passa por uma análise exaustiva de projectos ecológicos e sustentáveis que resulte numa colectânea de casos de boas práticas. Não se pretende de igual modo destacar a arquitectura sustentável ou ecológica como disciplina arquitectónica suprema, preconizando a ideia de que todo o avanço científico e tecnológico é prejudicial e, portanto, a erradicar.

O nosso objectivo principal é enveredar por uma reflexão crítica e diacrónica que analise o estado da consciência ambiental da arquitectura e dos arquitectos contemporâneos assim como, compreender até que ponto é que uma metamorfose nessa mesma consciência poderia resultar numa metamorfose da consciência das sociedades, prestando assim um importante contributo para a sustentabilidade do ambiente construído e, consecutivamente, do ambiente natural.

A realidade é que, como Papanek (2014) afirmava já em 1995, as catástrofes ambientais a que assistimos actualmente demonstram o quão vital é para a mitigação desta crise e até mesmo para a sobrevivência da humanidade que os arquitectos, a partir das suas funções e do seu conhecimento, se envolvam na procura de soluções ambientais.

II. OBJECTIVOS

“Toda a obra de arte é filha do seu tempo e, muitas vezes, a mãe dos nossos sentimentos.”

(Kandinsky, 2017, p. 21)

A degradação ambiental é um tema cada vez mais urgente no panorama académico e no quotidiano de qualquer cidadão de um país desenvolvido. A crescente verificação empírica dos desastres ambientais transfronteiriços que ameaçam as sociedades de qualquer parte do globo surge como motivo de alarme e, acima de tudo, como motivo de acção.

Compreendemos hoje que os problemas ambientais hodiernos derivam, em grande parte, da intervenção do Homem no Planeta e, maioritariamente, do modelo civilizacional actual que está assente no crescimento industrial e económico como premissas primordiais, basilares e inquestionáveis para o desenvolvimento da Humanidade. Essa visão permitiu, indubitavelmente, uma melhoria significativa na qualidade de vida de muitas sociedades contemporâneas sendo que, no entanto, tem como efeito colateral a destruição dos sistemas naturais terrestres que são a matriz de existência de toda e qualquer civilização humana.

Deste modo, constatámos que, quer a um nível teórico quer a um nível prático, a sustentabilidade e a ecologia na (e da) arquitectura são temas raramente obrigatórios nos planos curriculares das Universidades Portuguesas de Arquitectura. No entanto, a discussão em torno destes conceitos torna-se cada vez mais frequente e tem, por sua vez, influenciado cada vez mais as várias disciplinas arquitectónicas pelo que assumimos a sua compreensão e investigação cada vez mais imperativas.

Como iremos abordar posteriormente, crê-se que uma das causas da insustentabilidade do modelo civilizacional actual advém do facto do Homem Moderno ter iniciado um caminho de fragmentação e isolamento do conhecimento, fruto do pensamento racional, reducionista e sincrónico de filósofos como Francis Bacon (1561-1626) e René Descartes (1596-1650), no qual cada questão é examinada num nicho próprio e fechado onde não há intersecção de diferentes áreas do saber e que resultou numa alienação do Homem Moderno face à sua condição humana e irrevogável dependência dos sistemas naturais.

Assim, delineou-se inicialmente que, para a abordagem da problemática desta dissertação, deveria haver uma quebra com esse paradigma fragmentário e enveredar por uma análise diacrónica e multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar⁴, assumindo assim uma componente teórica transversal que fosse beber não só à bibliografia relacionada com a disciplina da arquitectura em si, mas também a uma série de outras áreas científicas, filosóficas, sociais, antropológicas e económicas, que acreditamos serem essenciais para a base de argumentação do trabalho e que estão, inevitavelmente, relacionadas com a prática e a teoria da arquitectura ao longo da sua história.

Afinal, parece-nos impossível compreender verdadeiramente o Homem e a arquitectura sem abordar todas estas disciplinas uma vez que, para inúmeros autores desta problemática, o caminho para a arquitectura ambientalmente consciente advém das relações sinérgicas entre todas estas áreas de conhecimento.

Após uma reunião com o Professor Dr. Jacinto Rodrigues, Professor Catedrático Jubilado da Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto onde exerceu a disciplina de *Ecologia Urbana* e que reúne uma série de publicações relacionadas com a temática da presente dissertação, conseguiu-se obter uma vasta base de literatura e conceitos que serviriam de ponto de partida para esta pesquisa.

A génese desta dissertação surgiu associada ao concurso de ideias INNATUR6, da OPENGAP, que previa a concepção de um Centro de Interpretação da Natureza. Desta forma, a dissertação desenvolveu-se inicialmente através de uma articulação entre a teoria e a prática da arquitectura sustentável concebendo-se, numa primeira fase, a parte tangível da dissertação. Os requisitos do concurso, dada a sua utopia, manifestaram-se maioritariamente na projecção de um edifício que materializasse uma série de abordagens ecológicas onde o resultado transmitisse uma clara harmonia entre paisagem natural e paisagem humana, não estando prevista a pormenorização do objecto arquitectónico, fase que seria desenvolvida após a concretização da parte teórica por forma a garantir uma clara simbiose entre as duas vertentes. Deste modo, após criadas as bases para a componente prática, que reflectia os conceitos intrínsecos ao pensar e projectar

⁴ Em oposição ao pensamento racional e redutor cartesiano surge a obra de Edgar Morin nos anos 80/90 do século XX que defende um pensamento complexo e orgânico onde a intersecção das várias áreas do saber é considerada essencial na consciencialização ecológica. Também Basarab Nicolescu com a sua obra *O Manifesto da Transdisciplinaridade* (1996) afirma que, por forma a criar essa reforma do pensamento, a intersecção dos diferentes domínios do saber está dependente de uma abordagem pluridisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

um edifício ambientalmente consciente e pretendia criar uma intervenção por si só pedagógica e consciencializadora entre Homem e Natureza, iniciou-se uma pesquisa relacionada com a insustentabilidade da arquitectura contemporânea e tentou-se então compreender onde ocorreu essa desfragmentação e quebra de valores que levaram a que a arquitectura e o sector da construção se manifestassem, actualmente, como um dos sectores que mais contribuem para o agravamento da crise climática.

Se a dissertação se iniciou com a ambição de desenvolver as duas componentes com igual entusiasmo e dedicação, o desenvolvimento da parte teórica revolucionou por completo os objectivos iniciais. A compreensão e assimilação dos impactes ambientais do parque edificado e da (in)sustentabilidade da arquitectura contemporânea revelaram-se temas da máxima pertinência e relevância. Desta forma, a componente teórica assumiu cada vez mais importância e, por conseguinte, tornou-se claro que o objectivo primordial da dissertação consistia na exposição e sensibilização dos temas teóricos e na importância da consciência ambiental no pensamento arquitectónico. Deste modo, a dissertação evoluiu para um trabalho inteiramente de cariz teórico, apresentando-se em anexo os painéis do concurso INNATUR6 que lhe serviu de preâmbulo e sem o qual a presente investigação não teria sido sequer idealizada.

Apesar da dificuldade que emergiu na escolha dos temas a abordar ao longo deste trabalho, dada a pertinência dos vários assuntos que surgem associados à problemática da sustentabilidade na arquitectura, é nossa expectativa que a persistente exploração e investigação que deram origem à presente dissertação reverta numa transmissão das ideias essenciais, produzindo assim uma reflexão tão relevante aos leitores como a que produziu no âmago do nosso ser enquanto foi desenvolvida.

“Temos de examinar qual o contributo que cada um de nós pode dar em função da sua actividade na sociedade. Temos de perguntar (...) Qual o impacte do meu trabalho sobre o ambiente?”

(Papanek, 2014, p. 17)

III. METODOLOGIA

“Temos, sobretudo, de aprender duas coisas: aprender o extraordinário que é o mundo e aprender a ser bastante largo por dentro, para o mundo todo poder entrar.”

Agostinho da Silva (1906 – 1994)
apud (Silva & Machado, 1998, p. 96)

O tema da presente investigação surge associado às nossas crescentes preocupações a respeito da crise ambiental, fruto dos frequentes alertas emitidos tanto pela comunidade científica como pelas organizações ambientais, nacionais e internacionais. Ao longo da nossa formação surge como imperativo colocar a questão sobre até que ponto o modelo civilizacional actual e, conseqüentemente, a arquitectura que dele provém, são agentes neutros, de agravação, ou de mitigação da crise climática.

Enquanto estudantes de arquitectura compreendemos, analogamente, que somos cidadãos comuns de um mesmo planeta e que temos um papel a desempenhar nesta crise. Ao assistirmos às catástrofes naturais hodiernas que se tornam cada vez mais constantes em todos os cantos do globo é inevitável que, no âmago da nossa consciência, não surjam questões que nos façam reflectir sobre qual o contributo que cada um de nós pode prestar por forma a reverter estes desastres, não só enquanto cidadãos mas, particularmente, através da nossa formação e futura actividade profissional.

Deste modo, a dissertação procura fazer uma breve elucidação dos impactes ambientais inerentes à prática arquitectónica e compreender se, ao invés de fazer parte do problema, a arquitectura se pode assumir como parte da solução através da consciência ambiental dos seus autores.

Assim, a dissertação divide-se em sete capítulos dos quais se pretende fazer uma breve explicação:

O **primeiro capítulo** envereda por uma exposição concisa de dados que nos trazem à constatação de que o mundo actual, resultado do crescimento económico do último século que, por forma a proliferar, dependeu (e depende) de uma excessiva exploração dos recursos naturais e conseqüente degradação do meio ambiente, é um mundo insustentável. Ainda neste capítulo, pareceu-nos fundamental realizar uma abordagem introdutória que estabelecesse a relação de dependência irrevogável existente entre o arquitecto e a natureza.

Essa relação, Arquitecto - Natureza, assume-se maioritariamente através de uma dependência tangível que ocorre através da exploração de recursos e da apropriação do espaço.

Através do **segundo capítulo**, essa dependência é analisada do ponto de vista da ecologia e da condição biológica do arquitecto que, enquanto ser humano, necessita de usufruir da sustentabilidade do meio natural para poder existir e, consecutivamente, realizar a sua arte. Deste modo, consideramos pertinente expor uma sucinta abordagem histórica da emergência da consciência ambiental nas sociedades que, a partir da década de 60, inserem a preservação do meio natural nas políticas mundiais dando origem a uma série de medidas e planos de acção mitigatórios. Um desses planos foi a criação de uma ferramenta de medição da sustentabilidade das actividades humanas – a pegada ecológica – que se pretende demonstrar como uma mais valia na consciencialização do impacte ambiental da arquitectura.

Ficou explicito através desta pesquisa que as civilizações anteriores eram bastante mais sensatas e sustentáveis na gestão dos recursos em prol do suprimento das suas necessidades, qualidades que se perderam com o avanço célere da sociedade industrializada que se tornou uma sociedade insustentável sem previsões de um futuro são.

No **terceiro capítulo** realizou-se um breve levantamento histórico – não só arquitectónico, mas também antropológico, filosófico, tecnológico e científico - no qual se pretende compreender a evolução da pegada ecológica da arquitectura, desde a sua origem à contemporaneidade.

O **quarto capítulo** procura criar uma assimilação entre a insustentabilidade hodierna e o modo de operação da arquitectura e do sector da construção contemporâneos. Tornou-se claro, através da pesquisa realizada, que um dos sectores de maior impacto no equilíbrio do ambiente natural é o da construção. Desde a extracção das matérias-primas, ao seu transporte e fabricação, às técnicas construtivas e materiais utilizados e, finalmente, à área de solo ocupada, a arquitectura surge como uma actividade particularmente relevante na mitigação desta crise face às inúmeras escolhas do arquitecto concernentes a esses processos. Desse modo, pareceu-nos pertinente apresentar dados científicos que apontam a arquitectura como uma parte do problema da crise ambiental actual.

Como uma alternativa ao actual cenário, através de uma abordagem multidisciplinar que integre a ecologia e a educação ambiental, o **quinto capítulo** aborda uma série de conceitos e estratégias que são apontadas como medidas cruciais para a arquitectura transitar de parte do problema, a parte da solução da crise ambiental. Para haver essa metamorfose no papel da disciplina a sustentabilidade deverá ser encarada como uma responsabilidade dos arquitectos e, por esse motivo, abordamos exemplos de arquitectos ambientalmente conscientes e consciencializadores cujo trabalho manifesta essa ética ambiental.

Finalmente, o **sexto capítulo** é dedicado às considerações finais onde se pretende partilhar as reflexões e os frutos que emergiram através da elaboração do presente trabalho

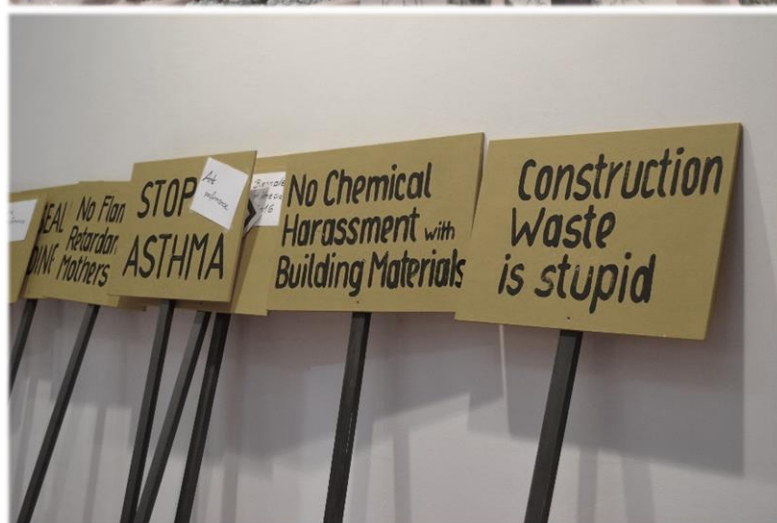


Figura 2 - *Celebrating Our Human Footprint. A Building like a Tree - A City like a Forest.* EPEA e Michael Braungart na Biennale de Veneza de 2016. Fotografia da autora.

Figura 3 - *Celebrating Our Human Footprint. A Building like a Tree - A City like a Forest.* EPEA e Michael Braungart na Biennale de Veneza de 2016. Fotografia da autora.

2. UMA ACTUALIDADE INSUSTENTÁVEL

“O que está em jogo, finalmente, quanto ao futuro do Homem e da Terra, é o humanismo e a humanidade da Humanidade.”

(Beaud & Bouguerra, 1993, p. 12)

A crise ambiental mundial que enfrentamos actualmente é um dos maiores desafios, senão o maior, que a humanidade alguma vez enfrentou. Através da crescente verificação empírica dos problemas ambientais, que se tornam cada vez mais constantes e de existência e veracidade inquestionáveis, surge cada vez mais no âmago da nossa consciência a questão de qual será o nosso papel nesta ‘guerra’ transfronteiriça.

É cada vez mais comum, graças à revolução digital e à evolução dos *media*, assistir em primeira mão às catástrofes ambientais que se fazem sentir por todo o globo. Cada vez mais nos tornamos familiarizados com conceitos como o efeito de estufa e as alterações climáticas, associados a perturbações que englobam a o decréscimo da biodiversidade, a contaminação da biosfera e dos seus recursos hídricos, geológicos e atmosféricos, a desflorestação, a desertificação e a instabilidade dos ciclos naturais, os incêndios florestais, e uma sucessão infindável de consequências desastrosas. (Braungart & McDonough, 2009; Carapeto, 1994; Morin & Hulot, 2007)

Apesar do Homem ter assumido a Natureza como indesvendável até ao século XIX, é-nos possível hoje, graças ao recente avanço científico, compreender a história não só da nossa espécie como da nossa casa primordial, o berço da nossa existência enquanto seres-vivos, seres-humanos, cidadãos e arquitectos: o Planeta Terra.

Se o Homem Primitivo interpretava as intempéries como manifestações divinas, o Homem Contemporâneo pode, graças à evolução da ciência, conceber que as catástrofes naturais não só sempre existiram como são, e serão, uma constante neste pequeno planeta que afinal, também ele próprio tem vida⁵ que manifesta através da sua dinâmica e onde *“as forças que actuam sobre a natureza geram desequilíbrios que em seguida procuram o equilíbrio, de forma natural.”* (Recio, 2008, p. 99)

⁵ Ao referirmos o Planeta como uma entidade viva estamos apenas a criar uma analogia para os processos biológicos actantes no planeta onde as alterações que se dão ao nível da temperatura global, da geomorfologia do solo, dos ciclos hídricos e geológicos, entre outros, podem ser equiparadas aos processos internos que ocorrem nos seres vivos, tais como as alterações da temperatura corporal, a composição do sangue, as alterações da derme, etc.

Deste modo, tornou-se claro que as alterações climáticas não são um efeito singular, mas perturbações que já ocorreram inúmeras vezes desde o surgimento do Planeta Terra⁶. No entanto, se as alterações remotas ocorreram no ambiente de forma natural e extremamente gradual, o cenário hodierno apresenta características evidentemente distintas já que está a ocorrer a uma velocidade antinatural sem precedentes. A degradação que se verifica actualmente nos sistemas naturais está assente na combinação de duas acções basilares: o esgotamento exacerbado dos recursos naturais terrestres e a contaminação descontrolada dos sistemas naturais. Estes dois distúrbios surgem maioritariamente como o resultado do modelo civilizacional contemporâneo que, graças aos recentes avanços tecnológicos e ao estilo de vida das sociedades hodiernas, está assente num sistema de consumo e produção insustentável face às capacidades regenerativas do Planeta. (Beaud & Bouguerra, 1993)

Uma das maiores causas da crise climática surge através da contaminação atmosférica que tem provocado um aumento significativo da concentração de GEE (Gases do Efeito de Estufa) e que está a dar origem ao fenómeno do aquecimento global. (Gráfico 1)

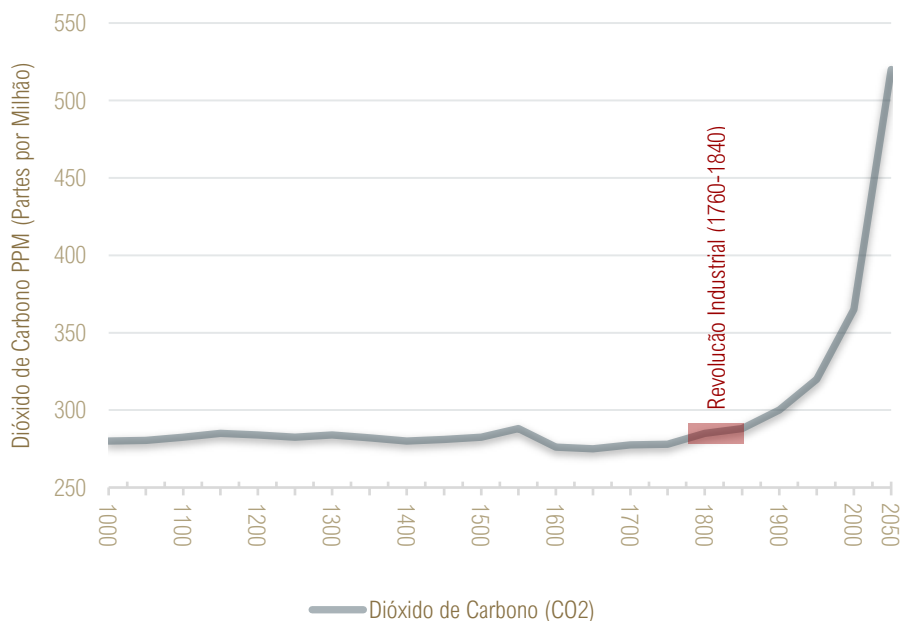


Gráfico 1 - Concentração de dióxido de carbono na atmosfera (1000-2050). Adaptado de 2ºDegrees Institute

⁶ O Homem do Paleolítico coexistiu, há cerca de 20 000 anos, com a última era glacial planetária. Segundo Janson (2005) já haviam ocorrido pelo menos outros três períodos glaciais intervalados por períodos quentes de 25 000 anos (p. 26) Mais informações sobre as alterações climáticas pré-históricas podem ser encontrada em *O Clima variou naturalmente ao longo da história da Terra* in (Santos, 2007)

Através de estudos paleoclimatológicos executados por cientistas na Antártida tornou-se possível analisar a composição atmosférica desde a pré-história e verificar que, fruto de fenómenos naturais que tomaram acção durante os ciclos glaciais e interglaciais, ocorreram variações nas concentrações destes gases que nunca excederam as 100 ppm (partes por milhão)⁷. Quando comparados os valores passados com os actuais constata-se que a insalubridade hodierna resulta de uma aceleração repentina que tem na Revolução Industrial o seu momento propulsor sendo que, segundo Siegenthaler (2005, apud Santos, 2007), já no ano de 2007 a concentração destes GEE atingia o valor mais elevado dos últimos 650 000 anos.

A partir do momento em que o Homem inicia a sua jornada no mundo industrial dá-se uma transformação no modelo civilizacional que associa o crescimento económico a uma exploração exacerbada dos recursos naturais e a uma conseqüente poluição generalizada. Assim, se Pinheiro (2006) afirma que a economia mundial quintuplicou desde 1950, temos paralelamente Ervin László (2004, apud Rodrigues, 2006) a constatar que, desde 1974, a actividade humana foi responsável pela destruição de 1/3 dos recursos naturais globais e que, caso o estilo de vida da população e o modelo tecno-productivista do actual crescimento económico não se alterem, em 2050 serão necessários o equivalente a dois Planetas Terra para satisfazer essas necessidades.

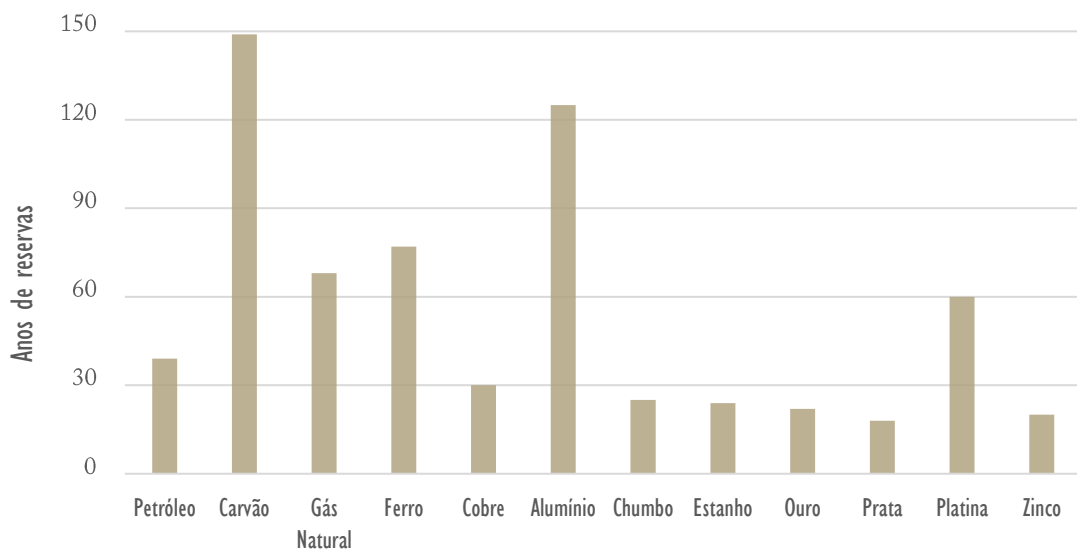


Gráfico 2 - Estimativa dos anos de reserva dos recursos naturais não renováveis face à vigência do actual modelo de consumo. Adaptado de Bellanger & Lallement (2008, apud (Bragança, Fernandes, & Mateus, 2011))

⁷ Informação complementar sobre este assunto pode ser encontrada no Web Site do 2 Degrees Institute (<https://www.2degreesinstitute.org/>)

Através de uma abordagem mais ecocêntrica, a insustentabilidade do actual modelo tecno-productivista foi também exposta através de um relatório⁸ do Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU) no passado ano de 2019, que veio declarar a própria humanidade sob uma ameaça premente devido ao declínio acelerado dos sistemas naturais que servem de suporte à vida na Terra.

O relatório, que é dos documentos mais abrangentes concluídos até ao momento, revela que os ecossistemas naturais perderam mais de metade da sua área sendo a taxa de declínio dos sistemas naturais centenas de vezes maior do que a média dos últimos 10 milhões de anos, já que 75% do meio ambiente terrestre e 66% do ambiente marinho foram drasticamente modificados, fruto indubitável das actividades humanas das quais a “*urbanização desenfreada*”, que surge como consequência do crescimento populacional, é apontada como um dos principais factores para a degradação ambiental, estabelecendo assim a responsabilidade da arquitectura e do sector da construção nesta crise (IPBES, 2019).

O então presidente do IPBES, Robert Watson (1948 -), afirmou num comunicado à imprensa que:

*“The health of ecosystems on which we and all other species depend is deteriorating more rapidly than ever. We are eroding the very foundations of our economies, livelihoods, food security, health and quality of life worldwide.”*⁹

(IPBES, 2019)

Deste modo, é cada vez mais inquestionável que o surgimento destas patologias devastadoras que se verificam no nosso biótopo são maioritariamente de origem antropogénica sendo que tanto o Painel Intergovernmental para as Alterações Climáticas (IPCC) como 97% dos cientistas climáticos mundiais concordam, com base em dados científicos, que a poluição causada através da acção humana constitui, actualmente, a principal causa do aquecimento global. (APA, 2018; Cook, et al., 2013)

⁸ O *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services* (2019) é o primeiro relatório intergovernamental sobre o estado global da natureza e dos ecossistemas. Ao encargo do IPBES, foi compilado por 145 especialistas de 50 países e conta com contribuições de outros 310 autores, resultado de um trabalho de investigação decorrente nos últimos 3 anos que tem como objectivo avaliar as alterações decorridas nas últimas cinco décadas através de uma visão abrangente entre o desenvolvimento económico e o impacto que este traz ao meio natural. (IPBES, 2019)

⁹ “*A saúde dos ecossistemas dos quais nós e todas as outras espécies dependemos está a deteriorar-se mais rapidamente do que nunca. Estamos a desfazer as próprias fundações das nossas economias, meios de subsistência, segurança alimentar, saúde e qualidade de vida em todo o mundo.*” (tradução da autora)

Paralela a esta destruição surge a problemática do crescimento populacional. Na segunda metade do século XX a população mundial fixava-se nos 2,5 mil milhões de habitantes encontrando-se actualmente nos 7,7 biliões de pessoas (United Nations, 2013 apud Amado et al., 2015) e crescendo a uma velocidade sem precedentes que leva à estimativa de que em 2050 sejamos aproximadamente 9,7 biliões de pessoas a ocupar o globo (Gráfico 4) (United Nations, 2017).

Este acentuado crescimento demográfico surge como um dos tópicos mais cruciais para a relação entre a arquitectura e a crise ambiental já que, inevitavelmente, surge associado a um aumento da urbanização. Só nos últimos 40 anos verificou-se um aumento de área construída superior a 50% (Gráfico 3) e as previsões apontam para uma duplicação dessa área entre os próximos 20 a 40 anos (Glyphis, 2001).

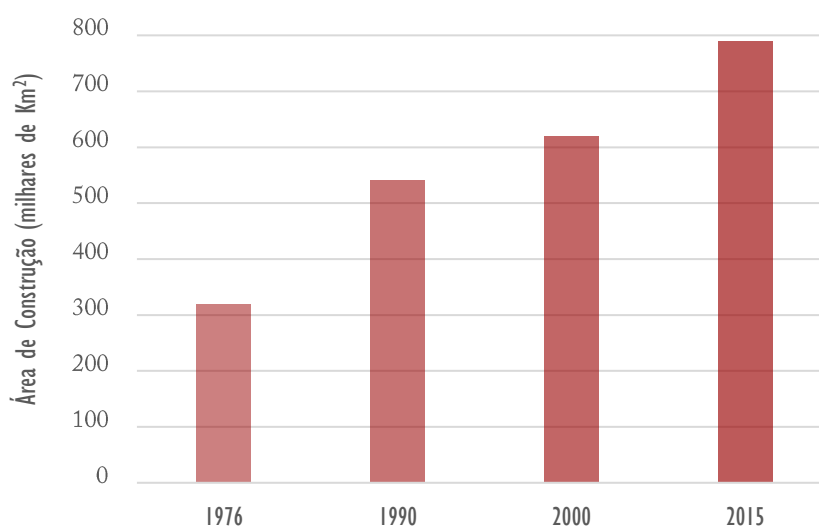


Gráfico 3 – Aumento de Área Construída a nível global desde 1976 até 2015. Adaptado de UNEnvironment (2019)

Estes dados vêm demonstrar a urgência da mudança de paradigma vigente na classe dos arquitectos uma vez que, face ao actual *modus operandi* do sector da construção, este é o que apresenta maior responsabilidade no que diz respeito ao esgotamento do planeta e à sua contaminação (Glyphis, 2001; Rodrigues, 2006).

A realidade é que o Homem não existe sem a Natureza e, evidentemente, não existe Arquitectura sem Homem. Para inúmeros autores que dedicam a sua pesquisa à sustentabilidade o papel que a arquitectura pode ter como solução nesta crise é colossal sendo que, segundo a organização Architecture2030, “*Architects bear both the responsibility and the power to scale back climate change*”¹⁰. (apud Sorvig, 2010, p.32).

¹⁰ “Os Arquitectos carregam tanto a responsabilidade como o poder de reverter as alterações climáticas.” (Tradução da autora)

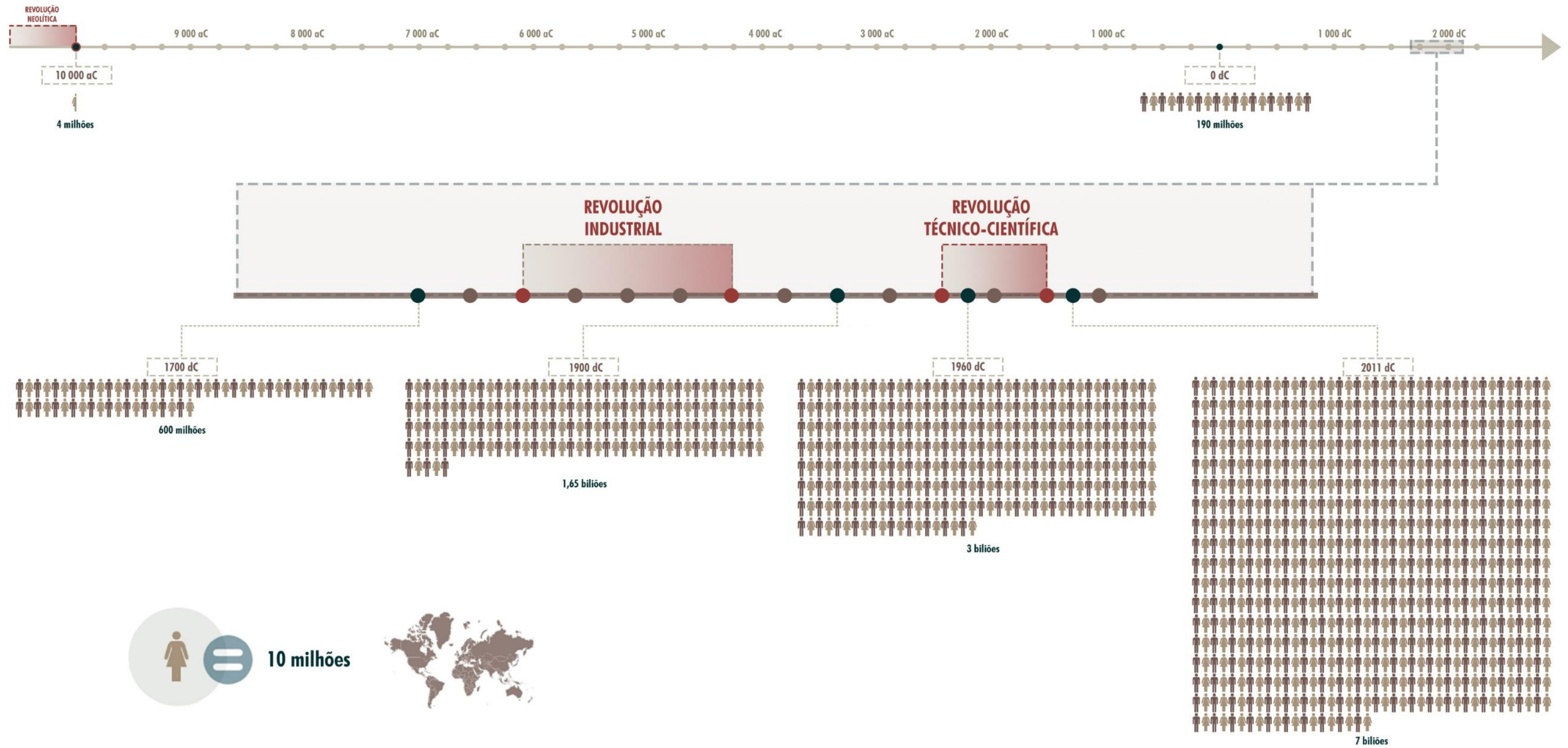


Gráfico 4 - Crescimento da População Mundial desde 10 000 aC até 2011 d.C. Adaptado de OurWorldinData.

1.1. O ARQUITECTO E A NATUREZA | O PINTOR E A TELA

“A psicose epidémica da nossa época é o erro de acreditarmos que não temos qualquer obrigação ética para com o planeta que habitamos.”

(Roszak, 1994, apud Papanek, 2014, p. 31)

O ser humano é comumente considerado o espécime com maior inteligência alguma vez criado. Através do estudo da sua história compreendemos que com a sua evolução física houve também uma evolução emocional, social e intelectual que resultou na constante emergência de novas necessidades e à persistente superação desta espécie para as obter. Assim, a arquitectura surge como uma actividade que acompanhou o Homem e as civilizações ao longo de todo o processo de hominização e que veio responder às diversas necessidades humanas através da assunção de diversas funções.

À medida que o Homem evoluiu, desde o Homem Primitivo até ao Homem Contemporâneo, a relação entre este e o seu contexto natural alterou-se progressivamente. Ao passo que o ambiente e a natureza foram compreendidos durante séculos como a base de subsistência do indivíduo e das sociedades, para o Homem Moderno e Contemporâneo essa visão altera-se face ao pouco contacto que existe entre ambos. Se antes o habitat do Homem estava intrinsecamente conectado ao contexto natural hoje esse habitat passou a ser o espaço interior dos edifícios, onde se estima que o Homem contemporâneo passe 90% do seu tempo de vida (Kellert & Calabrese, 2015).

Durante séculos o crescimento da espécie humana desenvolveu-se numa equilibrada e harmoniosa cooperativa com o mundo natural através de uma lógica *ecocêntrica*¹¹ onde, empiricamente, o Homem compreendeu o seu lugar na vasta rede de relações naturais que lhe são indispensáveis. A arquitectura caracterizava-se então como sendo, mesmo que inconscientemente, sustentável e ecológica já que o contexto natural, compreendido como a fonte de vida das comunidades que o habitavam, era transformado com uma enorme sensibilidade por forma a assegurar a sua cuidada preservação (Cenicacelaya & Baganha, 2004).

¹¹ Quando utilizamos o conceito de *ecocentrismo* temos como objectivo referenciar uma posição na qual o Homem se compreende como membro da comunidade biótica vivendo num equilíbrio saudável com o meio natural (Leopold, 1949), em oposição à visão antropocêntrica onde o Homem crê que o mundo natural existe somente para sua serventia.

Com a Revolução Industrial, todos os sectores económicos assistem a transformações drásticas nos seus processos de funcionamento desencadeando alterações significativas na relação entre o ambiente natural e o ambiente humano. A partir do século XIX instala-se no mundo moderno uma tecnociência que actua através de um metabolismo linear desequilibrado que, por forma a proliferar, surge associado a um aumento significativo da procura de recursos naturais e tem como resultado uma contaminação transfronteiriça. Ainda assim, até ao século XX, as actividades antropogénicas ocorriam de forma muito localizada o que não afectou imediatamente o equilíbrio dos sistemas naturais sendo que a demanda do ser humano, e consecutivamente da arquitectura¹², sob o ambiente natural só se traduz numa relação notoriamente insustentável a partir, maioritariamente, do último século (Chesneaux, 1993).

A realidade é que do mesmo modo que o pintor utiliza uma tela para criar a sua obra, analogamente, o arquitecto necessita de fazer um ‘empréstimo’ de terra ao planeta para realizar a sua. No entanto, a Terra, que serve de tela e de fonte de recursos para a materialização do seu artefacto é, simultaneamente, a matriz da sua existência. Torna-se evidente que, para haver uma metamorfose na relação entre a arquitectura e a natureza, seja imperativa uma reflexão e consciencialização do arquitecto sobre a sua condição humana e a sua irrevogável dependência dos sistemas naturais, tanto para a sua sobrevivência, como para a criação da sua arte. A urgência dessa metamorfose epistemológica torna-se clara quando se constata a importância da arquitectura, enquanto fase primordial e premunitiva da actividade construtiva, na atenuação das alterações climáticas hodiernas já que, com o crescimento populacional previsto que desencadeará, paralelamente, num aumento da área edificada:

“Urbanizing areas can therefore be seen as an opportunity for the reduction of greenhouse gas (GHG) emissions through the appropriate planning and design of urban form and infrastructure.”¹³

(UN Environment, 2019, p. 55)

¹² Como referimos anteriormente, o aumento da área edificada está associado a uma série de impactes ambientais malignos para o meio ambiente. Logicamente que, sendo o arquitecto o pioneiro da actividade construtiva, uma vez que o Homem faz uso da arquitectura para a criação das suas paisagens humanizadas, a demanda sob os sistemas naturais ocorre não só enquanto espécie que necessita de matéria e energia para a sua própria sobrevivência, mas também através da procura dessa matéria e energia para materializar essas paisagens humanas.

¹³ *“A urbanização pode ser vista como uma oportunidade para a redução dos gases de efeito de estufa (GEE) através do uso de técnicas de planeamento e de design apropriadas tanto ao nível urbano como ao nível das infra-estruturas.”* (tradução da autora)



Figura 4- O Pintor e a Tela. The Green Town (1978). Pintura de Friedensreich Hundertwasser (1928 – 2000).

Figura 5 –O Arquitecto e a Natureza. Obra de Friedensreich Hundertwasser em Blumau Thermal Village (1993-1997), Austria. Fotografia de Enrico Carcasi.

3. ARQUITECTURA E CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

“... conscientes que este amor pela “Terra” nada tem de nostálgico ou retrógrado, pelo contrário, assume-se como única resposta possível a uma ameaça de massificação, de reduzir tudo a modas e consumo, com resultados ambientais catastróficos. Constitui, portanto, a resposta mais actual, culta, informada a essa ameaça antinatural.”

(Cenicacelaya & Baganha, 2004, p. 11)

Compreender a história da arquitectura significa, simultaneamente, compreender a história da humanidade assim como, se é nosso desejo compreender a história da humanidade é, do mesmo modo, intrínseca a necessidade de compreender o enquadramento do ser-humano no seu berço e casa primordial, o seu biótopo enquanto ser-vivo, o Planeta Terra.

Como referimos anteriormente, a deterioração dos sistemas naturais é um processo gradual que teve a sua real origem há mais de um século, desde o momento em que o Homem inicia a sua jornada no mundo industrial. No entanto, a informação que havia na altura seria incomparavelmente mais reduzida do que a que temos ao dispor na actualidade e, convém sublinhar que, o Homem Moderno, deslumbrado pela eficácia e subsequente crescimento que a industrialização lhe trouxe, não foi capaz de direccionar o seu pensamento para além dos efeitos positivos que estavam nitidamente à vista e que foram motivo suficiente para exponenciar essa industrialização sem questionar os efeitos colaterais que dela advinham.

Inicia-se assim o percurso de ecocídio que nos traz ao momento alarmante dos dias de hoje e que, segundo a ONU, surge já tarde no campo de acção uma vez que, mesmo com a extinção imediata de todas as actividades antrópicas, o efeito das alterações climáticas continuaria a ocorrer (UN Environment, 2019).

Segundo Franco (2010), para atingir um equilíbrio entre o meio natural e o crescimento da humanidade, é fundamental a realização de dois pontos:

- A exploração de recursos naturais não pode exceder o limite de capacidade regenerativa da Terra;
- A contaminação que ocorre através da emissão de poluentes deve ser, impreterivelmente, reduzida, através da escolha consciente de componentes e materiais que possam ser reciclados e que no final do seu ciclo-de-vida, possam ser absorvidos ou neutralizados pelo ambiente natural.

A realidade é que o sector da construção acaba por contribuir substancialmente na atenuação ou no agravamento destes dois pontos uma vez que para a concretização do espaço edificado, idealizado

previamente pelo arquitecto, é necessária a obtenção de recursos, tanto materiais como energéticos, para seguir com a construção. Do mesmo modo, o parque edificado será responsável por uma considerável percentagem de emissões e de resíduos ao longo de todo o seu ciclo-de-vida. Assim, as escolhas tomadas pelo arquitecto constituem o primeiro passo para a criação de um problema, ou de uma solução.

Rodrigues (2006) afirma que a consciência ambiental dos impactes associados aos sectores dos transportes e da indústria se despertou mais rapidamente do que relativamente ao sector da construção onde, segundo o autor, raramente se equaciona os impactes ambientais associados às opções construtivas. Não só o *modus operandi* do sector da construção continua a reger-se por um paradigma muito pouco convencional no que diz respeito à problemática ambiental, sendo escassos os exemplos onde os impactes ambientais são equacionados na concepção e construção dos edifícios, como a consciência do impacto provocado pelo sector é notoriamente obsoleta.

Pese embora a vinculação desses dois desequilíbrios, de esgotamento e contaminação, com a crise ambiental hodierna, outra causa que surge associada a essa problemática é *“justamente a posição que o ser humano ocupa em relação ao mundo (de superioridade ético-ontológica)”* (Possamai, 2011, p. 46).

Edgar Morin (1921 -), filósofo, antropólogo e sociólogo contemporâneo, acredita que, para o Homem se tornar ambientalmente (ou ecologicamente) consciente, é imprescindível que este compreenda o ambiente natural não como um ‘outro’ sistema que lhe é exterior mas sim como um ecossistema global, vivo e auto-organizado, ao qual ele pertence enquanto indivíduo da comunidade biótica terrestre e do qual ele depende, biologicamente, de forma irrevogável. Contudo, o paradigma epistemológico ocidental hodierno levou a uma fragmentação das diversas áreas do saber e deu origem a uma concepção da humanidade *“insular”*, independente da sua dependência cosmológica e biológica e alheia *“da verdadeira matéria física que nos constitui”* (Morin & Hulot, 2007, p. 47) .

Deste modo, se o paradigma arquitectónico contemporâneo se revela insustentável e obsoleto face ao cenário actual, a consciência ambiental na arquitectura só poderá emergir, segundo Jenson (2010), através de uma reflexão ética do arquitecto que origine uma nova concepção da sua relação, enquanto ser-humano e ser-vivo, com o meio natural, compreendendo assim que os projectos ambientalmente conscientes são tão essenciais para a salubridade do meio natural como para a salubridade da própria humanidade.

3.1. A ORIGEM BIOLÓGICA: O ARQUITECTO É UM SER-HUMANO | O SER-HUMANO É UM SER-VIVO

"I live on Earth at present, and I don't know what I am.

I know that I am not a category. I am not a thing – a noun.

I seem to be a verb, an evolutionary process – an integral function of the Universe."¹⁴

Buckminster Fuller (1895 – 1983)

apud (Sieden, 2011, p. 63)

Durante séculos o Homem, que ainda hoje não consegue chegar a um consenso quanto à sua origem e ao seu propósito, desenvolveu-se num mundo que acreditou ser fruto da vontade e acção divinas, aceitando a religião como a sua doutrina de vida crente que a sua origem tinha sido obra de um ser magnânimo e onnipotente ao qual o Homem Ocidental atribuiu o nome de Deus.

Actualmente, graças ao avanço da ciência, sabemos que foi o ambiente natural, com todos os seus constituintes e dinâmicas que, em determinado momento da história planetária, originou o fenómeno *vida*, fenómeno esse que foi evoluindo e multiplicando-se ininterruptamente até à actualidade dando origem à biosfera, a vasta cadeia de seres vivos planetários à qual a espécie humana pertence (Recio, 2008; Stolz et al., 1989 apud Carapeto, 1994).

Carl Sagan (1934-1996) renomado cientista, biólogo, astrofísico e cosmólogo, criou na década de 80 um calendário alegórico, que compreende a história do Universo num único ano, como forma de facilitar a compreensão e contextualização dos mais importantes acontecimentos cósmicos em termos temporais.¹⁵

O início do calendário coincide com a origem do Universo, que surgiu há aproximadamente 13,82 biliões de anos, e marca a meia-noite do dia 1 de Janeiro. Somente após 12 meses, no dia 31 de Dezembro, é que se assiste ao nascimento dos primeiros hominídeos que só por volta das 23 horas, 59 minutos e 35 segundos, terão já evoluído para o ser-humano pré-histórico que dá origem às primeiras comunidades humanas sedentárias, algumas das quais se transformariam nas primeiras cidades (**Gráfico 5**).

¹⁴ *"Actualmente eu vivo na Terra e no entanto não sei o que sou. Eu sei que não sou uma categoria. Eu não sou uma coisa – um substantivo. Eu pareço ser um verbo, um processo evolutivo – uma função integral do Universo."* (tradução da autora)

¹⁵ Informação adaptada de Andorfer, G., Malone, A., McCain, R. (Produtores), Malone, A., Wells, R., Kennard, D., McCain, R., & Oyster, D. F. (Realizadores). (1980). One Voice in the Cosmic Fugue. [Episódio de série de televisão]. In A. Malone (Produtor Executivo), *Cosmos*. USA: Carl Sagan Productions

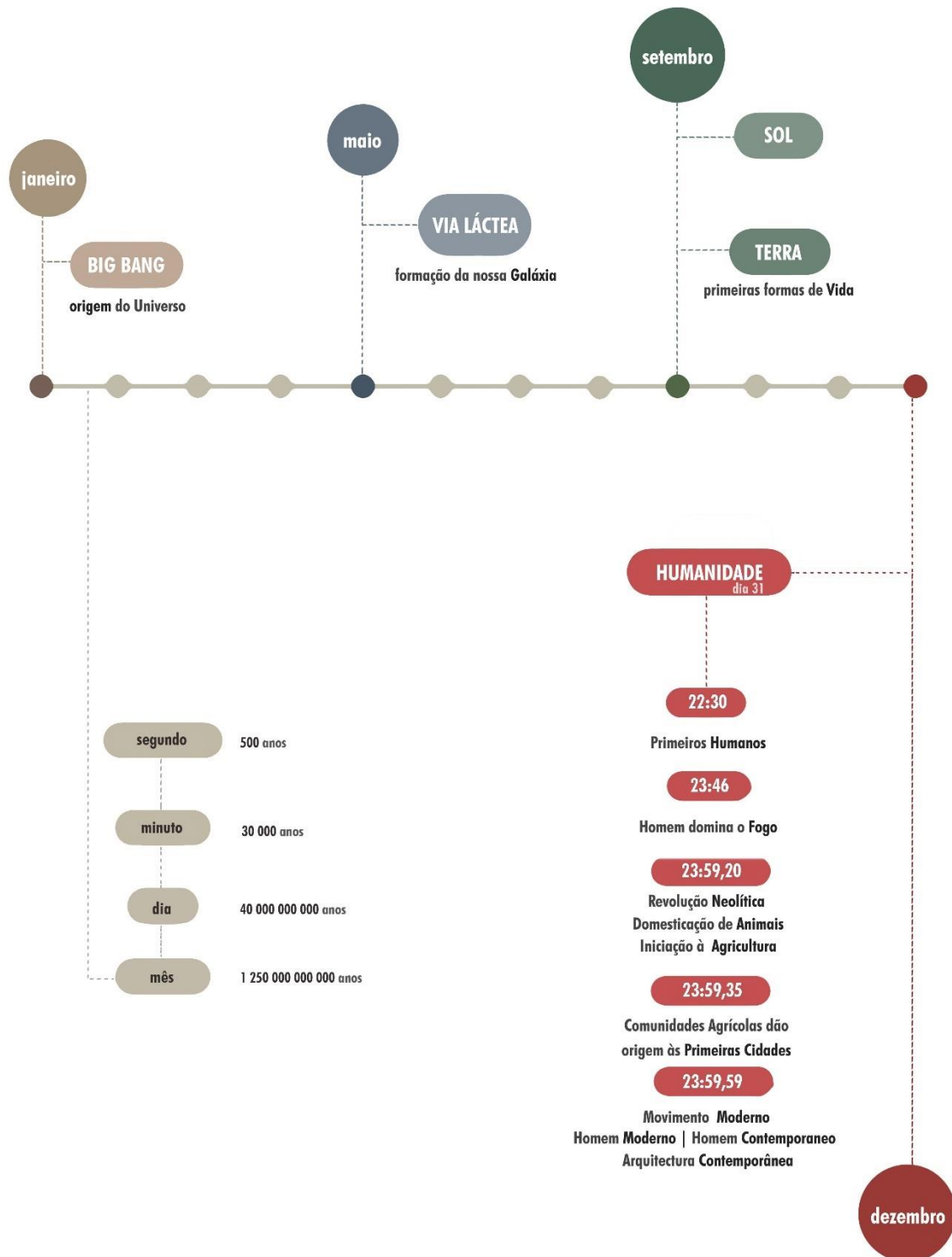


Gráfico 5 - Timeline do Calendário Cósmico de Carl Sagan. O Enquadramento do Homem em relação à Terra e ao Universo.

Face à idade do Universo e do Planeta Terra é inegável que, enquanto seres-humanos, aparecemos tão recentemente neste calendário cósmico que a nossa História, que conhecemos graças à invenção da escrita, surge apenas nos últimos instantes sendo que toda a História da Arquitectura - os grandes arquitectos, os inúmeros estilos, as intemporais obras – de todas as civilizações antecedentes, desde a egípcia à contemporânea, aconteceram simplesmente nos últimos 10 segundos.

No entanto, a compreensão do enquadramento do ser-humano na história da Terra é frequentemente negligenciada uma vez que, como referiu Papanek (2014):

“O mundo tal como o conhecemos realmente remonta à Revolução Industrial, e o mundo onde nos sentimos à vontade começou provavelmente – dependendo da nossa idade e do sentido da história – algures entre 1945 e 1973.”

(Papanek, 2014, p. 29)

Assim, apesar de todos os grandes feitos da Humanidade se concentrarem numa parcela temporal tão ínfima, perante os dados científicos que expõem a insustentabilidade do modelo civilizacional actual e que apresentam um futuro cada vez mais incerto no que diz respeito às condições basilares para a perseverança da vida na Terra, constata-se que a nossa actividade humana tornou possível, neste curto espaço de tempo¹⁶, a destabilização de um equilíbrio natural milenar do qual todos os organismos necessitam para a sua sobrevivência, incluindo o ser-humano e, logicamente, o arquitecto.

¹⁶ Como referimos anteriormente, apesar do Homem ter alterado significativamente o ambiente natural ao longo do processo de Hominização, segundo Papanek (2014), “... a maior parte dos danos ecológicos e possivelmente irreversíveis ocorreu apenas durante os últimos trinta anos.” (p. 29)

3.2. SUSTENTABILIDADE E ECOLOGIA | O ESTUDO DA CASA

“A Terra não é uma adição de um planeta físico, mais a biosfera, mais a humanidade. A Terra é uma totalidade complexa física/biológica/antropológica, onde a vida é uma emergência da história da Terra, e o homem uma emergência da história da vida terrestre.”

(Morin & Kern, 2001, p. 66)

A palavra ecologia é parte integral do nosso vocabulário nos dias de hoje e, provavelmente, uma das palavras mais universais. No entanto, o seu uso não significa a sua compreensão uma vez que, apesar de familiar, houve uma evolução semântica que resultou em diferentes interpretações e definições. Remetendo à origem etimológica da palavra verifica-se que ecologia é um termo de origem grega formada por duas expressões: - *oikos*, que significa casa; e - *logos*, que significa estudo¹⁷ (Carapeto, 1994).

Actualmente, a Ecologia surge como uma área científica de “*abordagem sistémica e transdisciplinar*” (Rodrigues, 2007, p. 16) que estuda a nossa casa primordial – a Terra – tanto ao nível do ambiente físico (biótopo) como ao nível dos organismos vivos (biocenose) que, quando em interacção num espaço físico determinado, constituem um ecossistema, a unidade básica de estudo desta ciência. (Carapeto, 1994; Morin & Hulot, 2007; Recio, 2008) (Figura 6)

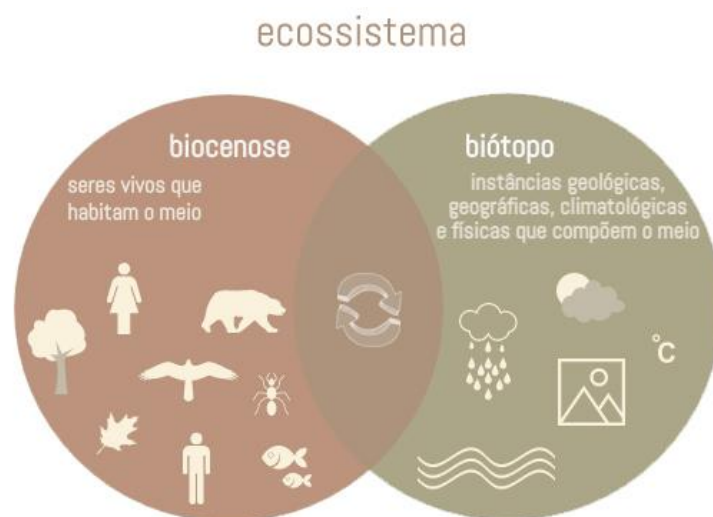


Figura 6 – Representação esquemática do Ecossistema - Biótopo e Biocenose.

¹⁷ Como refere Carapeto (1994, p. 17), “*Em termos literários, ecologia significa o estudo da nossa habitação, ...*” o que acaba por não ser uma definição muito distante de algumas disciplinas e abordagens da arquitectura.

Deste modo, pode-se afirmar que os ecossistemas são a base da vida na Terra, a organização das grandes ‘sociedades’ de seres vivos que habitam esta casa comum – o planeta Terra – e que, em conjunto, dão origem à biosfera. O homem, enquanto ser vivo, está inserido nesta vasta cadeia de ecossistemas cujas relações de troca, perfeitamente auto-organizadas, permitem a sua sobrevivência sendo que, segundo Carapeto (1994), “*nenhum ecossistema natural é completamente independente.*” (p.28)

As leis que operam nos sistemas naturais desenvolvem-se através de um ‘metabolismo circular’ que funciona em forma de ciclo: o ciclo biológico (ciclo de vida dos seres) e os ciclos biogeoquímicos, como o ciclo da água (ciclo hidrológico), o ciclo do carbono, o ciclo das rochas (ciclo geológico), entre muitos outros (Alves & Caeiro, 1998). Também as relações de troca que ocorrem na biosfera, entre os seres vivos e o meio, dão-se através de um processo semelhante, conferindo a estes sistemas, locais e globais, um carácter auto-sustentável graças à teia de relações rigorosamente organizadas e equilibradas entre os vários agentes onde nada é desperdiçado, uma vez que os resíduos são sinónimo de nutrientes, através da biodegradação, reinserindo-se no mesmo ciclo, ou noutra ciclo natural.

Com a migração de África da espécie *Homo Sapiens* (literalmente «o homem que pensa»), esse desenvolvimento sustentável dos sistemas naturais milenares foi alterado. Verifica-se que actualmente esta espécie, que fez de todos os continentes do mundo a sua casa, foi responsável por uma alteração de 83% da superfície do planeta¹⁸ (Smithsonian Institution, 2018).

No entanto, o aparecimento desta nova espécie no vasto catálogo de seres vivos biosféricos não veio imediatamente ameaçar a estabilidade destes sistemas de resiliência inigualável.

O Homem desde cedo compreendeu que este vasto meio físico que lhe servia de casa, com toda a sua biodiversidade, forças e intempéries, era a fonte de todos os recursos que supriam as suas necessidades e que asseguravam a sua sobrevivência. Assim, à medida que a Humanidade ia escrevendo a sua História na História da Terra, a cooperatividade e o equilíbrio entre o Homem e a Natureza desenvolveu-se, ainda que inconscientemente, a maioria do tempo, através de uma relação sustentável.

¹⁸ As mudanças provocadas pelos seres-humanos foram de tal modo significativas no ambiente natural que inúmeros cientistas, destacando-se o vencedor do Prémio Nobel de Química de 1995, Paul Crutzen, defendem a emergência de um novo período geológico denominado de Antropoceno. (Santos, 2007; Smithsonian Institution, 2018)

Com a industrialização e o avanço científico e tecnológico que dela advém, o Homem ignora a sua condição biológica e deixa de conceber a sua dependência irrevogável do meio natural. Ao assumir que a tecnologia lhe traria possibilidades ilimitadas de transformar a Natureza cria um modelo de crescimento linear que, antagónico ao metabolismo circular intrínseco a qualquer sistema natural, opera segundo as suas próprias regras e ignora as leis naturais (Bradshaw, 2005, apud Jenson, 2010; Braungart & McDonough, 2009). Assim, o desenvolvimento das sociedades surge assente num paradigma mecanicista cuja crença é a de que a exponenciação do progresso científico e tecnológico resultaria no desenvolvimento económico das sociedades e, consecutivamente, no progresso sociocultural das mesmas (Figura 7) (Morin & Kern, 2001).

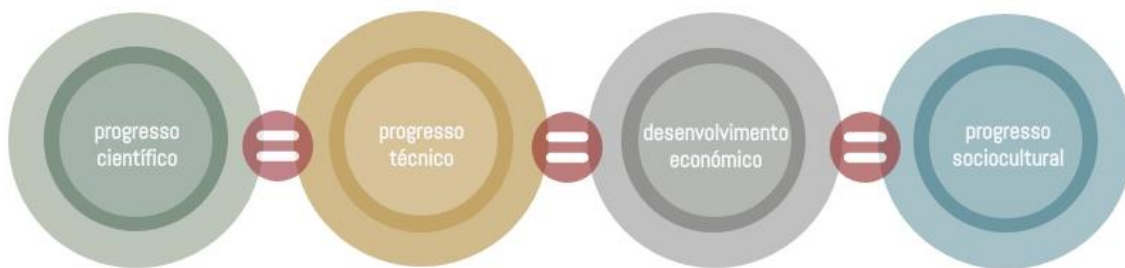


Figura 7 - O paradigma mecanicista adaptado ao desenvolvimento das sociedades.

Consecutivamente, a hierarquia das esferas (Figura 8) deixa de ser respeitada e as sociedades, cada vez mais afastadas desse pensamento ecológico, deixam de compreender que tanto a sua sobrevivência como todos os seus capitais (financeiro, social, tecnológico, etc.) estão dependentes do capital natural para subsistir (Saldanha, 2017).



Figura 8 - A Hierarquia das Esferas.

O que sucede nos tempos actuais é que as agressões da tecnosfera sobre a biosfera, dada a sua enorme demanda de recursos naturais e paralela poluição generalizada, ocorrem a um ritmo frenético e insustentável que não respeita a biocapacidade terrestre e que começa a gerar desequilíbrios macroscópicos a um nível global, situação que se torna cada vez mais ameaçadora uma vez que *“Há um limiar crítico a partir do qual a biosfera natural deixa de nos servir de amortecedor contra os efeitos das nossas emissões, começando em vez disso a amplificá-los.”* (Cox, Peter apud Bryson, 2010, p. 404)

Quando analisados todos estes factores verifica-se uma certa alienação da consciência destas relações uma vez que, como referem Morin & Hulot (2007), *“degradar o ecossistema é degradar o homem”* pois *“o ser vivo, e à fortiori o homem, é um sistema aberto ... um sistema aberto só vive porque é alimentado pelo exterior.”* (pp. 15-16).

Dessa forma, o conceito sustentabilidade vem provocar uma reforma neste pensamento ao inserir o ambiente natural que é, regra geral, desvalorizado, como elemento a equacionar no actual modelo civilizacional de crescimento económico (**Figura 9**). Através de uma visão holística e sistémica, a compreensão e consolidação de princípios sustentáveis no desenvolvimento das sociedades contemporâneas implica a integração dos ecossistemas no processo e, paralelamente, implica uma relação circular, estável e equilibrada, à semelhança de todas as que ocorrem no ambiente natural, entre a sociedade e o território, a antroposfera e a biosfera, a tecnosfera e a ecosfera.



Figura 9 - O Paradigma Sustentável: Os três objectivos para atingir o equilíbrio das esferas (economia, sociedade e ambiente). Adaptado de Theis & Tomkin (2015)

Caso o *modus vivendi* das sociedades desenvolvidas e o *modus operandi* da sua economia e da sua tecnosfera não se alterem, a sustentabilidade planetária será dificilmente atingível e estaremos a ser autores do nosso próprio ‘suicídio’ colectivo.

Contrariamente, se o Homem compreender os princípios da sustentabilidade e os instituir no paradigma civilizacional hodierno, procurando uma relação equilibrada entre a economia, a sociedade e o meio natural, onde a exploração de recursos e a emissão de poluentes e resíduos não exceda a biocapacidade regenerativa do planeta, haverá a transição do modelo actual de crescimento insustentável para uma estratégia onde o desenvolvimento da humanidade ocorre de modo ecologicamente sustentado. (Alves & Caeiro, 1998; Martek et al., 2018; Rodrigues, 2006)

A realidade é que a resiliência do Planeta Terra, enquanto ecossistema global, é enorme. A capacidade de regeneração, re-organização e re-adaptação dos sistemas naturais é um facto, sendo quase certo que os distúrbios actuais irão ser neutralizados por processos naturais de re-equilíbrio que devolverão à Terra a sua estabilidade. No entanto, como afirma Bryson (2010), apesar de isso já ter acontecido no passado, demorou 60 mil milhões de anos a ocorrer, o que significa que a degradação ambiental hodierna é uma ameaça mais avassaladora para a espécie humana, do que para o próprio Planeta Terra.

A consciência ambiental do Homem, do arquitecto e das sociedades, carece, portanto, de uma base epistemológica que assimile todas estas relações e que compreenda que o crescimento inidóneo do modelo civilizacional hodierno, como referiu Rodrigues (2006), não é sinónimo de desenvolvimento, uma vez que, nas palavras do economista Gunnar Myrdal (1898-1987):

“O desenvolvimento não é um processo mecânico que se caracterize por aumentar os bens de capital, da habilidade humana, dos conhecimentos tecnológicos, etc, mas sim, constitui um assunto de mudanças institucionais, atitudes e tendências em todos os elementos que distinguem uma sociedade humana de um conjunto ou de uma colónia de formigas.”

apud Alves & Caeiro 1998, p.121

3.3. A CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

“In the course of history, there comes a time when humanity is called upon to shift a new level of consciousness, to reach a higher moral ground.”¹⁹

(Maathai, 2004)

A tomada de consciência da degradação ambiental causada pelo desenvolvimento industrial frenético surgiu previamente pelo trabalho de diversos cientistas e autores que, tal como muitos nomes contemporâneos que tomaram acção na última década, foram ignorados.

No decorrer da Revolução Industrial, em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927) prevê o fenómeno do aquecimento global, fruto do aumento das emissões de dióxido de carbono na atmosfera de origem antropogénica, um cenário que na altura parecia demasiado futurista, dramático e exagerado (Amado et al., 2015; Vandevyvere & Heynen, 2014). Posteriormente, em 1938, Guy Callendar (1898-1964) afirmou que este fenómeno já se encontrava em curso, sendo que as acções de mitigação continuaram inexistentes nas décadas seguintes. (Hawkis e Jones, 2013; Plessis, 2006; apud Amado et al., 2015)

No final do século XIX e na primeira metade do século XX dão-se enormes progressos ao nível das ciências naturais que permitiram maiores aprofundamentos na compreensão do mundo natural. Com o proliferar do conhecimento científico, e com a criação de novas disciplinas vinculadas à Natureza, surgem uma série de publicações no decorrer deste século que vinham estabelecer uma nova aliança epistemológica com o meio ambiente.²⁰

Entre os vários escritos que preconizavam a complexidade e importância do mundo natural, e que acabaram por difundir uma maior consciência ambiental nas sociedades, destaca-se o trabalho de Aldo Leopold (1887-1948) que, obstinadamente, desenvolve pela primeira vez a corrente que viria a ser conhecida como “*Land Ethic*”, a *Ética da Terra*, no seu exemplar *Sand County Almanac* publicado postumamente em 1949.

¹⁹ “No decorrer da história, chega um momento em que a humanidade é chamada a transitar para um novo nível de consciência, para alcançar um estado moral superior.” (tradução da autora)

²⁰ Charles Darwin (1809-1882) publica em 1859 a sua teoria da evolução no clássico *A Origem das Espécies*. Alfred Wegener (1880-1930) apresenta ao mundo a sua teoria da deriva continental com *A Origem dos Continentes e dos Oceanos* em 1913. Em 1926, o russo Vladimir Vernadsky publica o seu livro intitulado de *A Biosfera* no qual difunde o conceito da biosfera (introduzido primariamente por Eduard Suess (1831-1914) em 1875) e concebe pela primeira vez o planeta como um sistema auto-regulado.

Para Leopold (1949) o problema da degradação ambiental passava maioritariamente pela falta de consciência ecológica das sociedades e, consecutivamente, o autor considerou imprescindível a extensão da ética e da consciência sociais para a esfera ambiental, analisando que:

“There is yet no ethic dealing with man’s relation to land and to the animals and plants which grow upon it. (...) The land-relation is still strictly economic, entailing privileges but not obligations. The extension of ethics to the third element in human environment is, if I read the evidence correctly, an evolutionary possibility and an ecological necessity.”²¹

(Leopold, 1949, p. 203)

Assim, através dos seus escritos Leopold (1949) difunde uma nova visão ecocêntrica na qual o Homem, enquanto indivíduo, assume o papel de membro da comunidade biótica, em oposição à visão antropocêntrica hegemónica na qual o Homem surgia, nas palavras de René Descartes (1596-1650), como conquistador e “*dono da natureza*” (Descartes, 1979, p. 102).

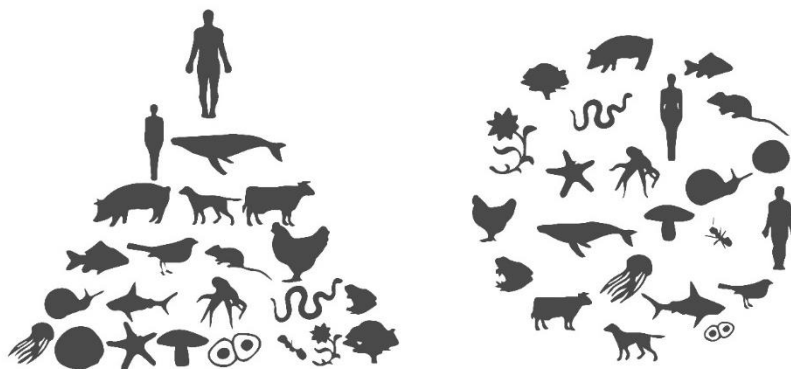


Figura 10 – A visão antropocêntrica de René Descartes VS A visão ecocêntrica de Aldo Leopold.

Contudo, é somente nos anos 70 do século XX que as preocupações ambientais emergem nas agendas políticas internacionais e se inicia um progressivo movimento de consciencialização ambiental mundial já que “*até então, todo o regresso à natureza tinha sido visto, na história ocidental moderna, como irracional, utópico, em contradição com as evoluções «progressivas»*” (Morin & Hulot, 2007, p. 26).

²¹ “*Ainda não existe uma ética concernente à relação do homem com a terra e com os animais e plantas que nela crescem (...) A relação com a terra continua a ser estritamente económica, envolvendo privilégios, mas não obrigações. A extensão da ética para o terceiro elemento no ambiente humano é, se leio a evidência correctamente, uma possibilidade evolucionária e uma necessidade ecológica.*” (tradução da autora)

Grinevald (1993) partilha da opinião, como muitos outros autores, de que a emergência do movimento ambientalista para a conservação da natureza está profundamente relacionada com o livro *Silent Spring*, que Rachel Carson (1907-1964), bióloga, cientista e ecologista americana, publicaria em 1962 e que viria a colocar o homem no centro da disputa, atribuindo-lhe a responsabilidade da emergente degradação ambiental e questionando, por conseguinte, o paradigma do progresso tecnocientífico que se havia instalado na maioria dos países desenvolvidos (Heim, 1973; apud Grinevald, 1993, p.31).

A realidade é que a década de 60 ficaria marcada pela emergência de um movimento ambientalista que foi ganhando cada vez mais atenção e que deu origem à consciencialização, por parte das organizações governamentais e não-governamentais, da crise ambiental que se avizanhava.

Assim, no ano de 1972 assiste-se ao nascimento de uma política internacional ecológica através da primeira *United Nations Conference on Human Environment* (UNCHE) que decorreu em Estocolmo e que daria origem à fundação do *United Nations Environment Program* (UNEP), a organização ambiental das Nações Unidas actualmente conhecida como *UN Environment*. A conferência surgira como o resultado de múltiplas reuniões, ocorridas nos 20 anos que a antecederam, onde se haviam delineado programas de investigação sobre os vários biomas globais com o objectivo de garantir a conservação da biosfera e do habitat do ser humano, dando origem a uma série de princípios que incluíam a preservação da vida selvagem e o controlo da poluição ambiental (Deléage, 1993). Paralelamente, nesse mesmo ano, o Clube de Roma²² publica o relatório *The Limits to Growth* (1972) que alertava a humanidade para os perigos do crescimento desenfreado que se verificava e para a necessidade urgente de criar um plano alternativo para o desenvolvimento da Humanidade sendo que, para Bragança, Fernandes e Mateus (2011), este terá sido o ponto de partida para a idealização do “edifício ecológico”.

Quatro anos passados, em 1976, dá-se em Vancouver a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos, conhecida como *Habitat I*, onde a abordagem dos impactes causados pela rápida

²² O Clube de Roma, fundado em 1968, é constituído por um grupo de personalidades ilustres de diversas nacionalidades e de diferentes actividades, políticas, científicas, económicas, (...), e dedica-se à discussão dos mais diversos problemas que afectam a humanidade. Desta forma, a degradação ambiental surge como um dos primeiros tópicos de debate sendo que a publicação do relatório *The Limits to Growth* em 1972, comumente conhecido por *Relatório Meadows* uma vez que foi chefiado pela investigadora e cientista Dana Meadows (1941-2001), se tornou um dos acontecimentos mais importantes no que concerne à problemática ambiental.

e massiva urbanização e a discussão de soluções para a preservação do ambiente natural deu origem ao Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat) em 1978. Nesta conferência marcaram presença o arquitecto Buckminster Fuller (1895 – 1983), um dos nomes mais conhecidos na investigação, divulgação e consciencialização da sustentabilidade e ecologia na arquitectura, tendo dedicado a sua vida ao estudo das leis naturais e universais e aplicando essas ideias nos seus projectos por forma a desenvolver soluções para a criação de um mundo sustentável (Sieden, 2011), e Paolo Soleri (1919-2013), o fundador do conceito de *Arcology*²³, que iniciou o projecto de *Arcosanti* no Arizona, em 1970, onde levou a cabo muitas das suas ideias ecológicas na construção.

O ano mais sonante em termos de políticas ambientais será certamente o ano de 1987, quando a *World Commission on Environment and Development* (WCED) das Nações Unidas publica o célebre relatório *Our Common Future*, também conhecido por Relatório Brundtland por homonímia à presidente da Comissão, Gro Harlem Brundtland (1939 -), então primeira-ministra da Noruega. O relatório viria a estabelecer a protecção ambiental como uma prioridade e, consecutivamente, sublinha a necessidade de a humanidade transitar para um desenvolvimento justo e equilibrado das sociedades que enquadra a sustentabilidade no paradigma civilizacional através do seguinte princípio: “*Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.*”²⁴ (WCED, 1987, p. 5).

Vinte anos após a Conferência de Estocolmo, em Junho de 1992, decorre no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento (CNUAD), também conhecida como Conferência Eco-92, onde se abordaram temas que iam desde o aumento de emissões de GEE, à perda de biodiversidade global, tanto animal como vegetal, às possíveis medidas que pudessem reverter, ou atenuar, os desastres ambientais que já se faziam sentir na altura. (Ramos, 2009 apud Amado et al., 2006)

²³ O arquitecto Paolo Soleri terá sido um dos aprendizes de Frank Lloyd Wright em Taliesin West. Herdando do seu tutor a vontade de criar uma arquitectura mais ecológica, cria o conceito de *Arcology*, que surge da junção entre *architecture* e *ecology*. (Bandeira, 2017)

²⁴ “*A Humanidade tem a capacidade de tornar o desenvolvimento sustentável para garantir que as necessidades do presente são atendidas sem comprometer a capacidade das gerações futuras responderem às suas próprias necessidades.*” (tradução da autora)

Como fruto dessa convenção surgiu a *Agenda 21*, um documento²⁵ que apresentava uma série de medidas e acções concernentes ao desenvolvimento sustentável da humanidade, mas que, no entanto, não seriam bem-sucedidas face à carência de apoio financeiro e tecnológico que se revelaram imprescindíveis para a sua concretização (Melo e Pimenta, 1993 apud Alves e Caeiro, 1998).

A primeira Conferência Internacional da Construção Sustentável surge na Florida em 1994, fruto de uma parceria entre o Innovation in Building and Construction (CIB) e o professor Charles J. Kibert, onde se viria a divulgar pela primeira vez o conceito de construção sustentável que visava a “*criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos.*” (Kibert, 1994, apud Amado et al., 2015).

É em 1996, vinte anos após a primeira conferência *Habitat I*, que se dá em Istambul a segunda Conferência das Nações Unidas sobre os Assentamentos Humanos, também conhecida por *Habitat II*, de onde emerge o primeiro plano de acção concreto onde existe a vinculação entre a arquitectura e a problemática ambiental através da criação da *The Habitat Agenda* que se focava inteiramente em medidas que visavam a implementação de um desenvolvimento sustentável nos assentamentos humanos, e onde os governos assinalaram o seguinte compromisso:

*“We, the States participating in the United Nations Conference on Human Settlements (Habitat II), are committed to a political, economic, environmental, ethical and spiritual vision of human settlements based on the principles of equality, solidarity, partnership, human dignity, respect and cooperation.”*²⁶

(United Nations Conference on Human Settlements (Habitat II), 1996, p. 6)

Uma vez que o plano da *Habitat Agenda* destacava medidas para a sustentabilidade das zonas urbanas, focando-se mais no funcionamento do *organismo-cidade* do que da *célula-edifício*, e considerando que o sector da construção e o parque edificado se apresentavam como dois dos de maior impacto nos sistemas

²⁵ A Agenda 21 é um plano que se destina a ser implementado a nível global, nacional e local em todas as áreas que as acções humanas resultem em impactes ambientais. (Amado, et al. (2006), p.20)

²⁶ “*Nós, os estados participantes na Conferência das Nações Unidas sobre os Assentamento Humanos (Habitat II), assumimos o compromisso de assumir uma visão política, económica, ambiental, ética e espiritual dos assentamentos humanos assente nos princípios da igualdade, solidariedade, parceria, dignidade humana, respeito e cooperação.*” (tradução da autora)

naturais terrestres levou a que, em 1999, o CIB publicasse pela primeira vez a *Agenda 21 da Construção Sustentável* que compilava medidas, termos, directrizes e soluções concernentes ao desenvolvimento sustentável do sector da construção e do parque edificado global, incluindo indicações concretas para a sustentabilidade dos projectos arquitectónicos (CIB, 1999) (Figura 11).

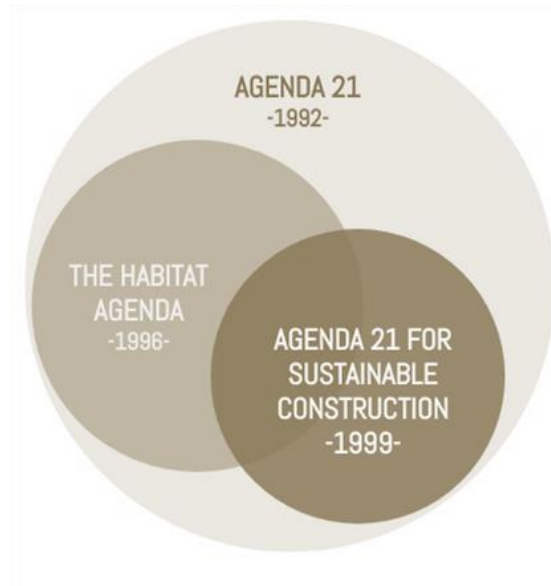
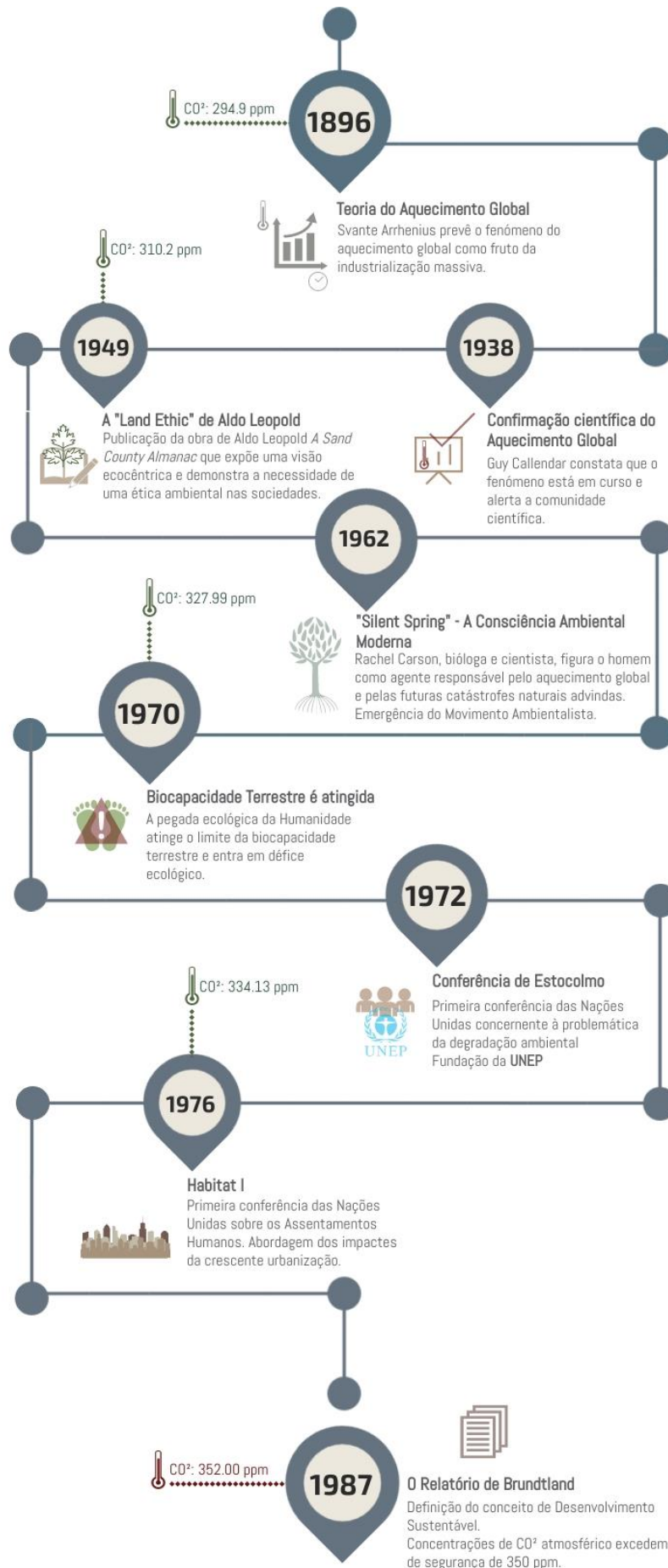


Figura 11 - Planos de Acção da década de 90 para o Desenvolvimento Sustentável no Sector da Construção.
Adaptado de CIB & UNEP (2002)

Se em 1997 o Protocolo de Quioto veio assumir o compromisso global de reduzir as emissões de GEEs, aumentando as esperanças do desenvolvimento sustentável face à célere degradação ambiental que já se fazia sentir no final do século XX, o facto de só ter sido ratificado oito anos depois, em 2005, veio demonstrar que a mudança de políticas ambientais e o movimento de preservação da Natureza iriam enfrentar árdios obstáculos até triunfarem (Alves & Caeiro, 1998; Santos, 2007).

Em 2015 o mundo assistiu à formulação do Acordo de Paris que, à semelhança do que sucedera com o Protocolo de Quioto, só viria a ser ratificado cinco anos mais tarde.

Em 2016 dá-se no Equador a terceira conferência Habitat III, desta vez incluindo os edifícios como alvos de atenção o que levou a que a conferência recebesse o nome de *United Nations Conference on Housing and Sustainable Development*. Desta conferência resultou a *New Urban Agenda* (NUA) que integrava uma série de directrizes para o urbanismo das décadas futuras e que promovia, à semelhança dos documentos que a antecederam, promover o desenvolvimento sustentável dos assentamentos urbanos.



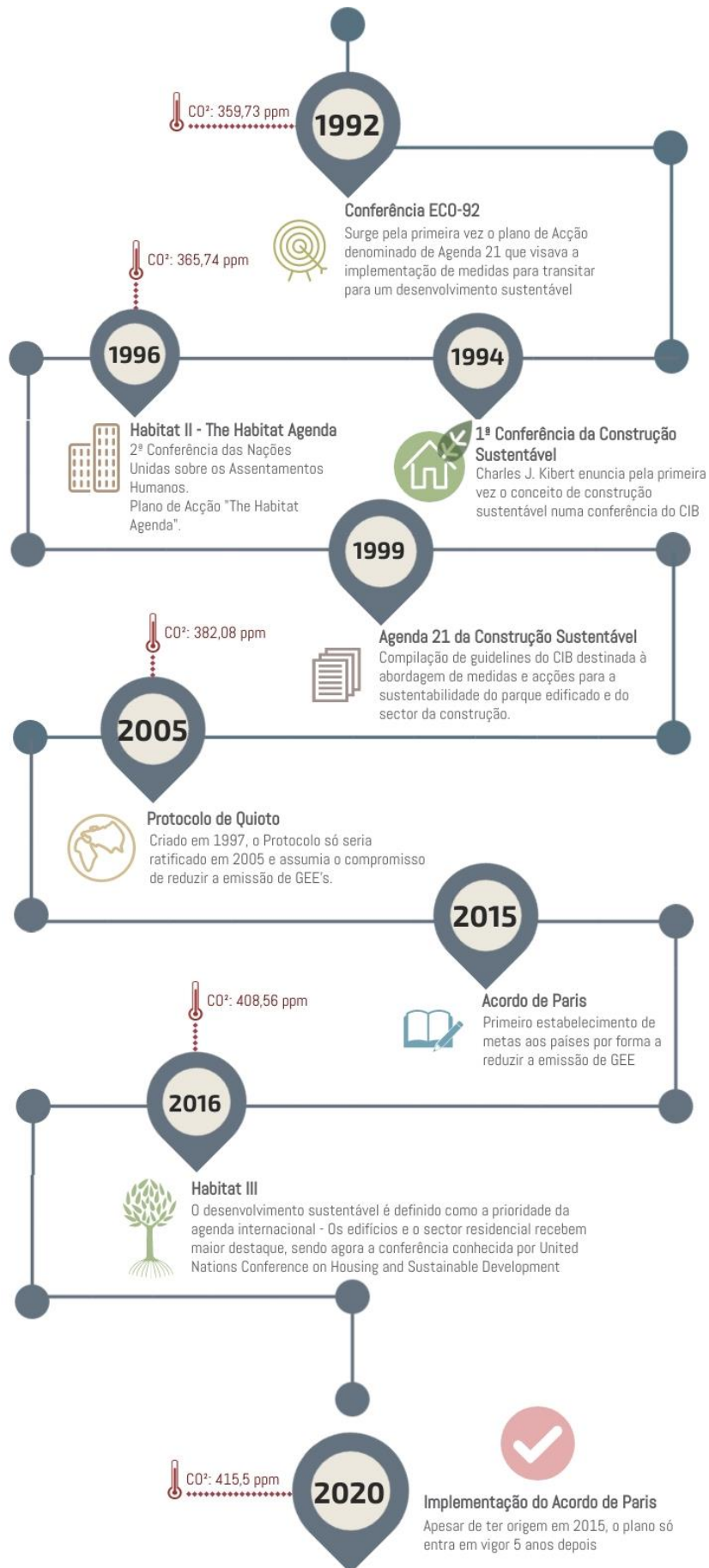


Gráfico 6 - Timeline dos acontecimentos mais importantes na emergência da consciência ambiental moderna.

3.4. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL | AS PEGADAS AMBIENTAIS

No início dos anos 90 surge pela primeira vez o conceito de pegada ecológica, originalmente *ecological footprint*, desenvolvido por William Rees e Mathis Wackernagel como um utensílio didáctico de consciencialização ambiental que veio introduzir os sistemas naturais e a biosfera como agentes a equacionar no modelo de crescimento económico hodierno²⁷. Através de um valor mensurável, apesar de metafórico, permite calcular a área produtiva necessária para providenciar os recursos que satisfazem o estilo de vida de um indivíduo e para absorver os resíduos gerados²⁸ (Pinheiro, 2006; Sorvig, 2010; Theis & Tomkin, 2015). O conceito tornou possível a concepção do estado de sustentabilidade planetária que atingiria o seu limite quando a pegada ecológica da população mundial excedesse a capacidade produtiva dos sistemas naturais globais²⁹. Com o modelo civilizacional tecno-productivista que opera freneticamente desde o século XIX e o acentuado crescimento populacional do último século, a área produtiva da Terra sofreu cada vez mais pressão e levou a um aumento drástico da pegada ecológica da Humanidade que há já 40 anos excedeu o limiar da capacidade regenerativa do Planeta (Gráfico 7) (WWF, 2019).

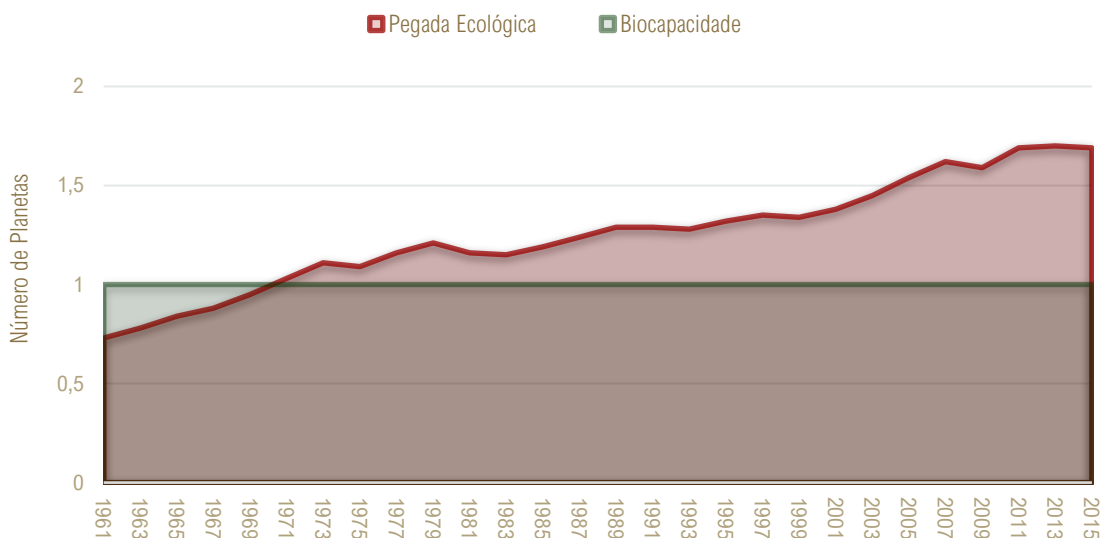


Gráfico 7 - Evolução da Pegada Ecológica da Humanidade (1961-2015). Adaptado de Global Footprint Network (2019)

²⁷ A introdução desta ferramenta permitiu quantificar a pressão que a actividade humana exerce sobre os sistemas naturais tanto ao nível da ocupação do solo como ao nível do esgotamento de recursos naturais.

²⁸ Este cálculo pode ser usado em função de inúmeros objectos de estudo, p. ex. a área produtiva necessária para sustentar um cidadão, uma comunidade, uma actividade económica e, no que concerne à arquitectura, um edifício ou uma cidade.

²⁹ Para o cálculo da capacidade produtiva do Planeta são equacionadas somente as áreas onde existem ecossistemas produtivos, tanto terrestres como marinhos. Assim, as regiões terrestres onde não existe produção de biomassa, como é o caso dos desertos, são excluídas do cálculo (Pinheiro, 2006).

É evidente que, dada a dimensão do globo, existem diferenças óbvias no estilo de vida das sociedades, dependendo do seu país e do grau de desenvolvimento do mesmo. Assim, a pegada ecológica de um cidadão português comum é diferente da pegada ecológica de um americano comum e sobretudo, de um cidadão de uma localidade subdesenvolvida da África.³⁰

Actualmente, são inúmeros os países que surgem com um défice ecológico, sendo Portugal um desses casos. Através de um cálculo que equaciona a biocapacidade do país e a demanda de recursos naturais da sua população, verifica-se que Portugal apresenta um défice ecológico de 225%, encontrando-se à frente de países como a Espanha e a Alemanha (Global Footprint Network, 2019). Como explica Pinheiro (2006), esse défice ocorre porque:

“... enquanto ao nível nacional a capacidade bioproductiva pode ser "importada", usando o excesso de outros países ou recursos armazenados, ao nível planetário e a longo prazo, se as necessidades não forem reduzidas, haverá uma depleção dos recursos do planeta, com um consumo superior à sua capacidade de renovação.” (p.60)

Uma vez que se verifica que o consumo de recursos naturais e a emissão de resíduos e substâncias para a biosfera surgem como resultado da maior parte das actividades económicas que decorrem actualmente em todo o globo, a pegada ecológica ramificou-se em diversos conceitos que viriam, à sua semelhança, tentar quantificar de maneira mais específica a relação entre a demanda de um determinado recurso e um determinado objecto de estudo. Assim, toda a actividade económica pode ser avaliada em termos de impacto no meio natural através do uso destas ferramentas de pegadas ambientais que avaliam todos estes parâmetros. Surgem assim conceitos espaciais e não-espaciais que vêm tentar mensurar o consumo de água, através da *water footprint* (a pegada da água), a *resource footprint*, que corresponde ao consumo matérias-primas, a *carbon footprint* (a pegada carbónica) e finalmente, a *land footprint* (a pegada do solo) (Figura 12). Familiarizando-nos com estes conceitos e compreendendo o seu significado concluímos que, inadvertidamente, a prática da arquitectura está altamente conectada com todos eles assim como todos eles estão interligados e são dependentes entre si.

³⁰ Rodrigues (2006) refere que a média da pegada ecológica de um cidadão de um país ‘rico’ se encontra aproximadamente entre os 10 e os 15 hectares de terra, ao passo que a de um cidadão de um país dito ‘pobre’ é de aproximadamente 1,5 hectares. (p. 13)

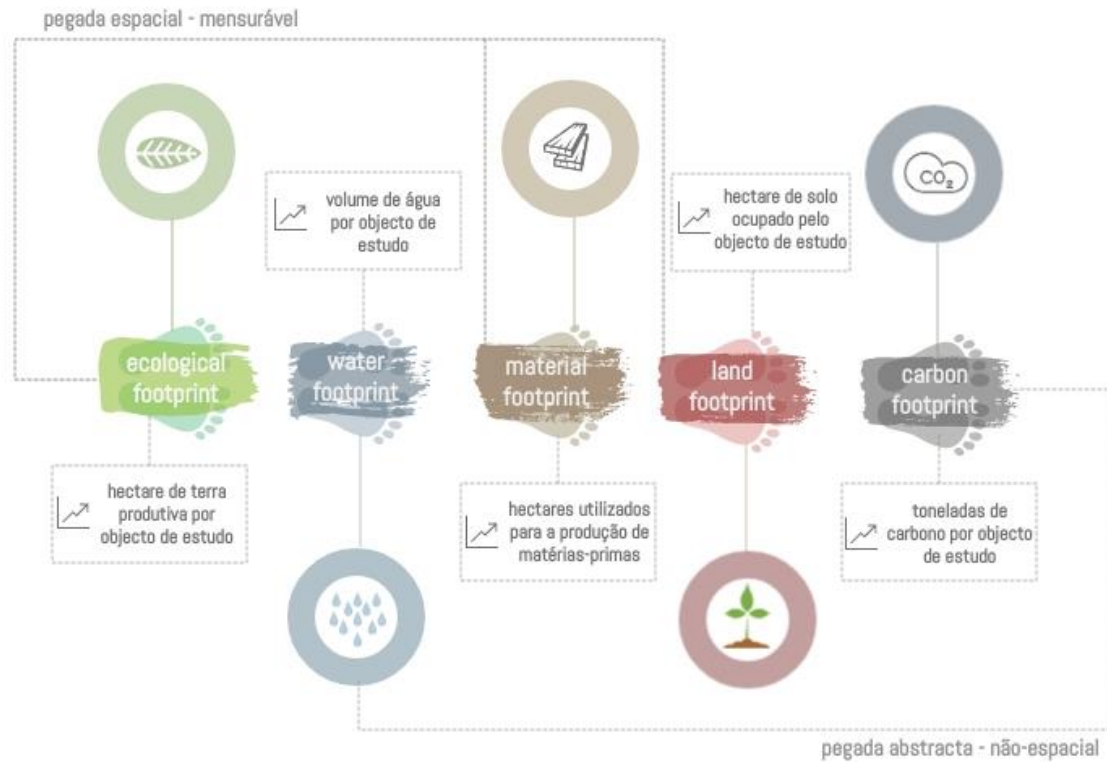


Figura 12 – As Pegadas Ambientais: Ferramentas de Medição de Impacto Ambiental: Espaciais e Abstractas. Adaptado de Sorvig (2010)

O conceito da pegada de água, originalmente *water footprint*, está associado ao volume total de água utilizado na produção de determinado bem ou serviço que satisfaça as necessidades de um indivíduo, de um serviço ou até de um negócio³¹. Ao contrário da pegada ecológica e, como iremos ver, da pegada de materiais ou da pegada de solo, que dizem respeito a uma área real e mensurável de terra, a pegada da água surge como um instrumento não-espacial uma vez que consiste numa medida abstracta.

Avaliar a pegada da água de um projecto arquitectónico surge-nos como um assunto de particular pertinência já que para a construção de um edifício existe o consumo de grandes quantidades de água (na maioria das vezes potável) em todas as fases do processo, desde a industrial, através da extracção das matérias-primas e posterior produção dos materiais.

³¹ É expressa em metros cúbicos e calcula o consumo total de água tanto de superfície como água subterrânea.

Tabela 1 - Quantidade de água potável gasta na extracção, processamento e produção de alguns materiais de construção.
Adaptado de Amado et al. (2015)

MATERIAL	CONSUMO DE ÁGUA (l/Kg)
lã-de-rocha	1 360
vidro	680
argila (telhas cerâmicas)	640
argila (tijolo cerâmico)	520
madeira laminada	390
gesso	240
blocos de betão	190
argamassa de cimento	170
betão	170

Para além da pegada de água associada aos materiais utilizados e que não será, regra geral, um factor a ter em conta para a maioria dos arquitectos quando escolhem os materiais a utilizar nos seus projectos, a racionalização da água ao longo da utilização do edifício também é um dado de particular interesse.

Em Portugal estima-se que o consumo por habitante num edifício residencial esteja entre os 140 e os 180 litros por dia, sendo que na grande maioria este consumo de água não é sequer para consumo directo e imprescindível e sim para outro tipo de fins, tais como descargas de instalações sanitárias onde a água utilizada é exactamente a mesma que é apta para consumo humano. A racionalização da água potável não é ainda uma realidade nos projectos arquitectónicos em Portugal sendo os projectos que prevêem a recolha e aproveitamento das águas pluviais verdadeiramente escassos.

Por sua vez, a pegada de recursos ou *resource footprint* é, tal como a pegada ecológica, um conceito que associa o consumo a uma quantidade real e mensurável de terra produtiva. É utilizada para expressar a quantidade de área de terra utilizada para a extracção e produção de matérias-primas que irão, na maioria das vezes, ser utilizadas para o fabrico de um produto. Tal como as outras pegadas, esta pode ser utilizada para dimensionar o consumo de um indivíduo, de um país, de um serviço ou de uma indústria.

Os arquitectos, enquanto responsáveis pela criação dos edifícios, utilizam os recursos naturais como instrumentos para dar forma e sentido ao espaço que idealizam. Ousamos afirmar que serão a profissão que mais depende do uso de matérias-primas para cumprir a sua função e criarem as suas obras, sendo que existem estudos que afirmam que os edifícios nos países desenvolvidos, desde a fase de construção, à sua vida útil e posteriormente ao seu desmantelamento, sejam responsáveis pelo consumo de 40 a 70% dos recursos naturais globais (Sorvig, 2010).

Ao projectar um edifício irão ser utilizados uma série de materiais de construção que, para a sua produção, requerem uma determinada área de terra. Assim, a pegada da madeira será diferente da pegada do betão, que necessita de mais do que uma matéria prima para o seu fabrico e, portanto, estará associado a uma maior área produtiva. Para contabilizar a pegada de materiais surge o conceito de mochila ecológica que visa quantificar o consumo de recursos, quer esse consumo seja directo ou indirecto, ao longo de todas as fases do CV do material. Este conceito é expresso através da relação entre a quantidade total de materiais extraídos para a obtenção de uma unidade de material puro (Tabela 2). (p.ex. o ferro apresenta uma mochila ecológica de 1:14, sendo que são produzidas 14 toneladas de resíduos para a produção de 1 tonelada de ferro (Pinheiro, 2006).

Tabela 2 - Mochila Ecológica de alguns materiais para produzir 1kg do material puro.
Adaptado de Pinheiro (2006)

Material	Mochila Ecológica (Kg)
Aço	21
Alumínio	85
Alumínio Reciclado	3,5
Ouro	540 000

Deste modo, qualquer que seja o material utilizado num determinado projecto arquitectónico irá haver um impacto mensurável no meio ambiente que deve ser avaliado com base em todo o seu ciclo-de-vida e que tenha em consideração diversos factores como a sua disponibilidade, renovabilidade, durabilidade e, finalmente, quantidade de energia utilizada para a sua produção e transporte que resulta no cálculo da pegada carbónica. (Sorvig, 2010)

A pegada carbónica, à semelhança da pegada da água, surge como um conceito abstracto que não corresponde a um pedaço de terra mensurável e, portanto, é não-espacial. Através desta pegada é possível

calcular a quantidade de carbono e de outros GEE³² que está envolvida na produção de um determinado bem, sendo este valor geralmente expresso em toneladas de carbono libertado. A concentração destes gases na atmosfera, fruto da intensa industrialização da qual as nossas sociedades dependem, é das maiores causas para as alterações climáticas advindas do aquecimento global o que tornam esta pegada uma das mais relevantes no que diz respeito ao impacto ambiental.

É também um conceito vasto que engloba uma série de processos uma vez que, se o nosso objectivo for determinar a pegada carbónica de um bloco de betão, teremos de contabilizar não só a quantidade emitida na sua produção mas também a quantidade emitida no seu transporte, na extracção das matérias-primas que lhe dão origem, e nas restantes fases, estando este valor irrevogavelmente associado ao consumo energético dos processos, sendo a pegada carbónica a soma de CO₂ emitido ao longo de todas estas operações.

Se ao projectar um edifício cuja implantação será na cidade de Lisboa o arquitecto eleger mármore importado de pedreiras situadas em Itália para a construção, a pegada carbónica resultante dessa escolha será provavelmente maior do que viria a ser caso a opção recaísse sobre um mármore proveniente do Alentejo, ainda que o mármore italiano envolva uma menor emissão de CO₂ para a sua extracção e produção. No entanto, é necessário uma abordagem integrada pois o facto de o material apresentar uma baixa energia incorporada não é sinónimo da escolha mais consciente uma vez que, como refere Amado et al. (2015), “o alumínio apresenta uma elevada energia incorporada, contudo, tem grande possibilidade de vir a ter baixa energia incorporada associada ao processo de utilização, devido à sua durabilidade e potencial de reciclabilidade com baixo consumo energético.” (p. 96)

Finalmente iremos abordar a de pegada de solo, ou *land footprint*, que não por casualidade surge no final desta explicação. Este conceito diz respeito à quantidade mensurável e real de terra utilizada para a produção de um determinado bem ou serviço e é geralmente utilizado para quantificar a terra usada para pastos, agricultura e florestas, sendo expresso em km².

Como refere Sorvig (2010), este conceito ganha uma particular importância quando associado à arquitectura e ao sector da construção já que a materialização de um edifício, qualquer que este seja, está dependente da

³² Esta pegada inclui outros gases de efeito de estufa e não somente o dióxido de carbono, como é o caso do metano (CH₄) e do óxido nitroso (N₂O). O valor é igualmente expresso em toneladas de carbono conforme a equivalência.

ocupação física de uma quantidade mensurável de solo no qual será deixado, literalmente, uma ‘pegada’. Ao contrário do que sucede noutras áreas, nas quais a ‘*land footprint*’ entra em menor peso para a equação do cálculo da pegada ecológica, a arquitectura, apesar de associada a todas as restantes pegadas, está verdadeiramente relacionada com esta mais do que qualquer outra profissão. O autor refere a importância de pensar a arquitectura tanto em termos de *resource footprint* como *land footprint*, já que são os conceitos que mais importância têm nesta profissão e que provavelmente maior impacto tem no agravamento das alterações climáticas (Sorvig, 2010).

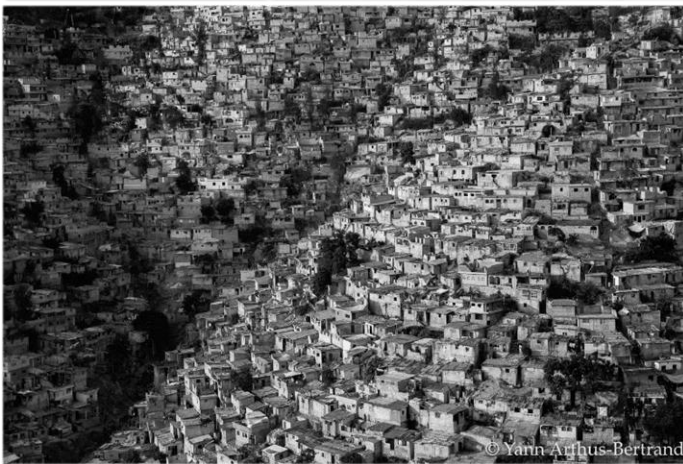
Se pretendéssemos realizar uma avaliação da pegada ecológica da Humanidade desde a sua origem à actualidade constataríamos certamente que estes conceitos poderiam ser aplicados desde o primeiro instante. Desde a sua origem que o Homem precisou de explorar os recursos naturais para garantir as suas necessidades. A partir da Revolução Neolítica a sua pegada humana deixa de estar associada só ao consumo de recursos naturais para ser significativa também ao nível da pegada de solo, através da ocupação fixa de áreas que definiriam os seus assentamentos e onde a sua subsistência era proveniente da exploração agrícola. Com o desenvolvimento das civilizações, o aperfeiçoamento das técnicas, a evolução intelectual e o crescimento populacional, todas estas pegadas aumentaram substancialmente, sendo que nunca fez tanto sentido contabilizar o impacto das mesmas como nos dias de hoje, particularmente na área da arquitectura. A realidade é que, como referem Morin e Hulot (2007), “*nunca a Civilização tinha dependido de um tão grande número de factores eco sistémicos ...*” (p. 16) o que leva a que a pegada ecológica de muitos centros urbanos de países desenvolvidos, que são na sua maioria planeados por arquitectos e urbanistas, exceda drasticamente a área de ocupação dessas mesmas urbes.

Segundo Rodrigues (2006, p. 12), a cidade de Toronto necessita de uma área 170 vezes maior de terra produtiva do que a sua própria área de implantação, sendo o cenário semelhante para a cidade de Londres e ainda mais insustentável no caso de Nova Iorque, o que leva o autor a classificar estes casos, que não são únicos, como megapolis ‘*energetívoras*’ (p. 25).

A responsabilidade da actividade arquitectónica nesta problemática acresce quando se constata que em 2009, pela primeira vez na história da Humanidade, mais de metade da população mundial vivia num contexto urbano. (Lerner, 2010)



© Yann Arthus-Bertrand



© Yann Arthus-Bertrand



© Yann Arthus-Bertrand



© Yann Arthus-Bertrand



Figura 13 - A *Land Footprint* e o crescimento populacional na cidade de Lisboa. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand.
Figura 14 - A *Land Footprint* e o crescimento populacional numa favela no Brasil. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand.
Figura 15 - A *Land Footprint* associada à *Resource Footprint*, devido à transformação do solo. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand.
Figura 16 - A *Land Footprint* associada à *Resource Footprint*, devido à desflorestação. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand.
Figura 17 - Edifício Habitacional em São Paulo, da autoria de Oscar Niemeyer (1907 - 2012). Fotografia de Yann Arthus-Bertrand.

4. BREVE ABORDAGEM DA EVOLUÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DA ARQUITECTURA

“As an architect you design for the present, with an awareness of the past, for a future which is essentially unknown. The green agenda is probably the most important agenda and issue of the day.”³³

(Foster, 2007)

Toda a arte contribui para a compreensão de como uma civilização viveu e evoluiu, sendo que o conhecimento de hoje acerca das civilizações ancestrais deriva em grande parte do património artístico que nos foi deixado.

O processo de hominização é fruto das constantes metamorfoses do intelecto humano que se desenvolvem tanto em termos morais e sociais, como filosóficos e culturais. Por sua vez, estas metamorfoses ocorreram como uma adaptação às circunstâncias e aos diversos condicionalismos existentes em cada contexto que resultaram na contínua evolução de técnicas e costumes e, conseqüentemente, nas transformações dos princípios arquitectónicos que vieram alterar as formas de interacção entre o ambiente natural e o ambiente construído, desde as primeiras sociedades até à actualidade. (Bragança, Fernandes, & Mateus, 2011)

Através do estudo dos diversos assentamentos humanos é-nos possível compreender a forma como o indivíduo e as sociedades se organizaram e desenvolveram o que faz da arquitectura uma valiosa contribuição para o conhecimento da história do nosso passado, do nosso presente e, quiçá, até mesmo do nosso futuro. Martek , Hosseini, Shrestha, Zavadskas, e Seaton (2018) apontam a existência de um pensamento generalizado que assimila a ascensão das civilizações humanas à superação de barreiras naturais e à conquista da natureza. Contudo, apesar da imprescindível interacção entre a paisagem natural e a paisagem construída, em prol do desenvolvimento de qualquer sociedade, até uma determinada época a maneira de pensar a arquitectura surgia associada aos costumes de cada comunidade e respectiva actividade económica, bem como à adaptação dos edifícios às especificidades climáticas de cada local por forma a atingir um ambiente confortável. Essa prática arquitectónica resultou, dada a vastidão de área do globo, numa diferenciação regional caracterizada pela utilização de materiais e técnicas locais intrínsecas ao seu lugar de pertença.

³³ “*Enquanto arquitecto projecta-se para o presente, tendo consciência do passado, para um futuro que é essencialmente desconhecido. A Agenda Verde é provavelmente o assunto e o objectivo mais importante da actualidade.*” (tradução da autora)

Assim, a arquitectura que se desenvolveu até ao século XIII caracterizou-se por ser, ainda que inconscientemente, uma arquitectura assente numa concepção ecológica e numa visão *ecocêntrica* intrinsecamente conectada com a envolvente eco-sistémica, onde os materiais e as técnicas tradicionais não produziam o esgotamento dos recursos naturais e os resíduos eram degradados pelo ecossistema local. (Rodrigues, 2006).

Com o progresso acelerado que ocorre a partir do século XIX, o Homem torna-se cada vez mais alheio aos saberes ancestrais e elimina gradualmente um conhecimento que havia sido herdado como o fruto de uma reflexão empírica de séculos. Se inicialmente a técnica dos nossos antepassados era limitada no que diz respeito à transformação da natureza, com os avanços tecnológicos que decorrem desde esse século as possibilidades de transformar o meio natural tornam-se ilimitadas, tendo como resultado uma arquitectura globalizada, alheia ao seu contexto e desenraizada do seu *-topos*, concebida com materiais e técnicas de construção industriais. Dá-se então a ruptura do equilíbrio entre o ambiente humano e o ambiente natural já que, paralelamente a essa transformação, o impacte ambiental da arquitectura aumenta consideravelmente arrebatando consigo desastres catastróficos ao nível da estabilidade dos sistemas naturais. (Grant, 1986, apud Jenson, 2010)

Do mesmo modo que podemos separar a História da Terra por *éons, eras, períodos* e *épocas*, com características distintas³⁴, também a História da Humanidade está dividida em dois grandes períodos, a Pré-História e a História, sendo o marco de transição entre eles a origem da escrita. Já a arquitectura enquanto parte da História da Humanidade e, consecutivamente, da História Planetária, é analisada através de um método cronológico alegórico que, até à data, se foca maioritariamente nas características formais e materiais dos objectos de estudo e os classifica como pertencendo a um determinado estilo e período arquitectónico.³⁵

³⁴ Em termos geológicos e biológicos, a História da Terra está dividida em vastas unidades de tempo sendo a maior conhecida por éon (p.ex. Hadeano, Arcaico, Proterozoico, Fanerozoico) que por sua vez se subdivide em eras geológicas (p. ex. Paleozóica, Mesozóica, Cenozóica) e, finalmente, em períodos (p. ex. Cretáceo, Jurássico, Triássico)

³⁵ Segundo Monnier (2000), a História da Arquitectura foca-se maioritariamente na evolução dos princípios arquitectónicos em termos tipológicos, funcionais, estéticos, culturais e também a nível das técnicas e instrumentos utilizados. Surgem assim p.ex. a Arquitectura da Antiguidade (Greco-Romana), a Arquitectura Paleocristã, Barroca, Gótica, Romântica, etc.

No entanto, como refere Sorvig (2010), existe uma lacuna nessas abordagens que desvalorizam uma ‘*green history*’ da arquitectura onde se investigue as diferentes abordagens ecológicas ao longo da história e, conseqüentemente, que compreenda a evolução do impacto ambiental desta profissão.

Assim, relativamente à arquitectura e à consciência (e impacte) ambiental associada, a sua história poderia ser dividida em três períodos: o Pré-Industrial, o Industrial e, finalmente, o Pós-Industrial, sendo o marco de transição entre eles coincidente com o momento de empobrecimento da nossa consciência ambiental: a Revolução Industrial (Rodrigues, 2006).

Desse modo, o passado pré-industrial traduziu-se numa concepção ecocêntrica que se manifestou através de projectos integrados na envolvente natural nos quais a Natureza figurava como um agente a ser respeitado e equacionado. Com o período Industrial, que dá origem a um pensamento redutor e determinista da filosofia e da ciência, típico das máquinas, o ser humano fragmenta-se do restante mundo natural adoptando assim uma consciência antropocêntrica no qual o Homem se torna, nas palavras de Descartes, “*dono e senhor da Natureza*”. (Descartes, 1979, p. 102)

Finalmente, na fase pós-industrial do final do séc.XX e início do século XXI assiste-se a uma repentina revolução digital que acaba por influenciar a arquitectura através da sua mediatização, transformando tanto o criador como a obra em ícones de admiração que fazem da arquitectura contemporânea, arbitrariamente, egocêntrica.

A realidade é que a História da Humanidade e, conseqüentemente, da Arquitectura, são verdadeiramente vastas e complexas. Dificilmente se conseguiria colectar e expor toda a informação concernente à arquitectura de cada civilização, de cada período e de cada estilo, sem enveredar por uma abordagem sincrónica que analisasse simplesmente um determinado momento histórico. Contrariamente, a pretensão do presente capítulo acaba por ser uma breve elucidação das características dominantes que se desenvolveram ao longo deste vasto processo histórico e, portanto, a análise traduziu-se numa abordagem diacrónica que transmite a complexidade destas temáticas.

4.1. O PASSADO ECOCÊNTRICO



*“Na Antiguidade, os primeiros arquitetos
amassavam a terra com os pés,
para preparar os tijolos.
Arquitetos descalços a pisar a terra, uma
imagem distante da nossa realidade que se
afasta cada vez mais da natureza.”*

(Lengen, 2010)

Figura 18 - Hieronymus Bosch (1480-1505). *The Garden of Earthly Delights*. Primeiro Painel. De c. 1500.

4.1.1. O HOMEM ADAPTA-SE À NATUREZA

A Arquitectura Pré-Industrial foi quase sempre concebida em congruência com a envolvente eco-sistémica, já que o ser-humano compreendeu desde cedo que a sua dependência da Natureza era irrevogável pelo que desenvolve, mesmo que inconscientemente, um sentimento de respeito para com a mesma que o leva a respeitá-la e preservá-la (Rodrigues, 2006).

A partir do momento em que o Homem reúne as condições necessárias para se estabelecer num território desenvolve-se, simultaneamente, a necessidade de aprender, de forma empírica, a interpretar as características dos seus locais e, consecutivamente, compreender quais as melhores opções construtivas para os seus edifícios. Se analisarmos os vestígios das primeiras comunidades humanas constatamos que, desde a Europa ao Médio Oriente, das zonas cálidas às regiões mais gélidas, os objectos arquitectónicos revelavam na sua morfologia as adaptações materiais e formais que melhor respondiam às características geofísicas e climáticas do seu local (idem, ibidem). Esta adaptação acabava por ser eficaz tanto na adaptação geomorfológica como climática uma vez que, na ausência dos materiais sintéticos actuais e da tecnologia e equipamentos mecânicos de climatização e iluminação, as condições internas de cada edifício só podiam ser melhoradas através do desenvolvimento de estratégias, técnicas e princípios simples e engenhosos que melhor respondessem às necessidades de território. Como refere Rodrigues (2006), a inércia térmica do edifício era atingida através do uso de diferentes materiais e também através de diferentes interpretações das coberturas e das aberturas dos vãos que optimizavam a insolação e a ventilação das construções.

Contudo, apesar da pluralidade de técnicas e de morfologias adoptadas, ao longo da evolução da arquitectura constata-se que foram quatro os materiais predominantes até ao século XVIII - a terra, a madeira, a pedra e as fibras vegetais - que seriam utilizados de acordo com a sua predominância na região e também de acordo com as suas características físicas. (Branco, n.d.)

Isto faz com que a arquitectura primitiva destas comunidades estivesse associada a um reduzido impacto ambiental já que a energia gasta para a extracção dos materiais, para o transporte e para a actividade construtiva, seria a energia motora do ser humano e dos animais que se encarregavam de todas estas tarefas. Paralelamente, os resíduos produzidos pelas civilizações eram biodegradáveis, inserindo-se assim no metabolismo circular regenerativo de cada ecossistema. Prova disso é o facto de, actualmente, serem poucos

os vestígios das civilizações ancestrais que não deixaram grande rasto para além de ferramentas, obras de arte e de arquitectura.

A realidade é que durante a maior parte da história da arquitectura, até ao século XVIII, as sociedades eram maioritariamente rurais e desenvolviam-se principalmente em torno da agricultura. O facto de haver um contacto directo entre o Homem e a Natureza, já que o seu labor estava intrinsecamente conectado ao solo, terá aumentado a consciência do ser humano do quanto este dependia da terra para subsistir. Como referem Braungart e McDonough (2009), os agricultores destas sociedades compreendiam o quanto estavam dependentes de uma *“lei de retorno”* no qual a natureza lhes dava os bens para a sobrevivência, enquanto estes lhe devolvessem uma contribuição pelo que ela lhes dava.

A simplicidade da organização das primeiras sociedades resultou em pouco mais do que *“(…) construções de pequenas casas, de pontes, de rodas hidráulicas, utensílios agrícolas e transportes de tracção animal.”* (Rodrigues, 2006, p. 61). À excepção dos edifícios políticos, sagrados e fúnebres, que assumiam frequentemente tamanhos consideráveis, os edifícios pré-industriais eram, regra geral, concebidos à escala Humana. Simultaneamente, as técnicas e estratégias utilizadas seriam elas próprias ecológicas, já que a Natureza entrava como um agente cooperativo que era, portanto, valorizado e equacionado.

Assim, os vestígios arquitectónicos que se conhecem actualmente destas primeiras comunidades surgem autóctones ao seu contexto e empregam técnicas inevitavelmente ecológicas que terão sido aprimoradas ao longo dos séculos. Dessa forma, mesmo que inconscientemente, esta arquitectura que nascia sem arquitectos era ecocêntrica, ecológica e sustentável.

Os milénios de hominização que precederam a Revolução Industrial e o Movimento Moderno foram apesar de tudo de baixo impacto por vários motivos uma vez que, como apontou Santos (2007, p. 228),

“podíamos apenas dispor de energia mecânica ou cinética produzida pelos músculos do nosso corpo e de alguns animais domésticos, da energia térmica produzida na queima da biomassa, da energia cinética da água dos rios e ribeiros, aproveitada com noras, e da energia cinética do vento aproveitada com barcos a vela e moinhos de vento.”

4.1.2. DA PRÉ-HISTÓRIA À ANTIGUIDADE

A origem da arquitectura está relacionada com a necessidade do Homem de se abrigar. Assim, os primeiros tipos de construções surgem como abrigos das intempéries que o homem primitivo tinha de enfrentar fruto ora dos Deuses, ora da Mãe Natureza. Desta forma, como refere Janson (2005, p. 53), “*A fase da Pré-História pode definir-se como sendo aquela em que a espécie humana aprendeu a subsistir contra a hostilidade do ambiente.*”

O Período do Paleolítico ficou marcado por algumas mudanças climáticas que ocorreram no globo, nomeadamente o final da última Era Glaciar. O Homem, devido à inospitalidade do meio, assumira uma vida nómada na qual a arquitectura surgia na forma de abrigo e assumia um carácter temporário.

Os vestígios mais antigos de abrigos humanos surgem na forma de grutas naturais e na forma de cabanas primitivas e efémeras que seriam construídas através dos recursos existentes nos percursos migratórios que eram, regra geral, a madeira, as fibras naturais, as peles e ossos animais (**Figura 19 e Figura 20**) (Monnier, 2000).

Apesar de reduzida importância quando comparado com a evolução humana que decorreu séculos mais tarde, o período pré-histórico assume uma extrema importância na hominização. É neste espaço temporal que se inicia a evolução intelectual do *Homo Habilis*, no início do Paleolítico, que dará origem ao *Homo Sapiens*, no final do Paleolítico/início do Neolítico. Segundo Wood (2015), desde a origem das primeiras comunidades humanas em África, há milhares de anos atrás, 99% do tempo da evolução da nossa espécie foi passado como caçadores e colectores nómadas.

Se entre o Paleolítico e o Neolítico o intelecto humano evoluiu, a consciência da dependência do Homem pela Natureza mantém-se. O final da Era Glaciar melhorou significativamente as condições geofísicas do ambiente natural, o que serviu de força motriz para o desenvolvimento da Revolução Neolítica na qual o Homem abandona o seu estilo de vida nómada e fixa-se em comunidades sedentárias.

Surgem então a agricultura e a domesticação dos primeiros animais e, consecutivamente, fruto deste novo estilo de vida no qual o Homem é capaz de assegurar a sua própria alimentação, surgem os primeiros assentamentos fixos humanos que dão origem às primeiras criações arquitectónicas.



Figura 19 - Vestígios de abrigos Pré-Históricos: Escavação de um abrigo datado de há 15 000 anos construído com ossos de mamute encontrado em Mezhyrich, na Ucrânia (1966).

Figura 20 - Vestígios de abrigos Pré-Históricos: *Howick House*. Um abrigo do Mesolítico reconstruído à semelhança do que existiu cerca de 7.800 anos a.C. com estrutura em madeira e coberto com fibras vegetais. Fotografia de Andrew Curtis.

A importância dada ao contexto natural pelos primeiros povos sedentários é referida por Vitruvius (80 a.C – 15 a.C.), no seu *Tratado da Arquitectura*, quando menciona que a escolha do lugar para o levantamento das fortificações estava dependente da qualidade do solo para as pastagens. Aos animais que eram colocados a pastar nos locais escolhidos seriam posteriormente analisados os órgãos para verificar a salubridade dos recursos naturais do local. Caso estes apresentassem boa saúde e boas condições vitais, as comunidades aí assentavam e erigiam os seus assentamentos permanentes. Se o animal apresentasse alguma doença, a comunidade mudava de zona até encontrar um local saudável para aí se estabelecer (Vitruvius, 2006).

A realidade é que, a seu tempo, esta revolução acabou por atingir todos os cantos do globo. Considerando que ao longo da história a arquitectura desenvolveu-se como uma adaptação de cada civilização aos diversos condicionalismos do seu meio natural, independentemente da sua contemporaneidade, os primeiros assentamentos humanos revelam interpretações verdadeiramente distintas dos seus contextos sendo que:

“ . . . começaram uns . . . a construir habitações cobertas de folhagens, outros a escavar cavernas sobre os montes, e alguns, imitando os ninhos de andorinha e o seu modo de construir, a fazer moradas com lama e pequenos ramos para onde pudessem ir.”

(Idem, ibidem p. 71)

Uma das características de maior distinção nas primeiras civilizações é o facto de que, independentemente do seu local de assentamento, os materiais escolhidos para as suas construções seriam autóctones. Simultaneamente, esses materiais iriam ser eleitos não só de acordo com a sua abundância no local, mas também de acordo com o seu carácter. Assim, a arquitectura da Europa Pré-Histórica ficou, de um modo geral, caracterizada pelo uso da pedra como material de construção devido à sua alta durabilidade o que lhe conferiu o nome de Arquitectura Megalítica. No entanto, verifica-se que, de um modo geral, a utilização deste material se destinava a uma arquitectura monumental, de cariz religioso, que ficasse para a posteridade, como é o caso de Stonehenge (**Figura 21**) e dos inúmeros túmulos que surgem espalhados neste continente na forma de menires, dólmenes e cromeleques. Crê-se que as construções de menor importância seriam desenvolvidas tendo como principal material de construção a madeira e as fibras vegetais, pelo que os vestígios arquitectónicos de construções habitacionais acabam por ser escassos sendo que os seus resultados são ainda hoje desconhecidos (Monnier, 2000).

Na Mesopotâmia, também as interpretações diferiram de acordo com o contexto natural. Na zona da Anatólia a morfologia do terreno caracterizava-se por vastas planícies, onde as florestas eram escassas, e um clima húmido que conferia à terra uma constituição mais argilosa. Assim, os frígios, povo oriundo deste local, escolhiam elevações naturais do terreno para as suas construções. Através de escavações dos taludes naturais abriam caminhos e projectavam os espaços até onde a natureza do lugar os permitia, cobrindo posteriormente estas habitações com ramos de árvores e terra que lhes conferiam temperaturas quentes no Inverno e frescas no Verão (Vitrúvio, 2006).

No entanto, se os assentamentos neolíticos europeus não assumiam uma escala maior do que pequenas aldeias, como é o caso de *Skara Brae* (Figura 24), na Grã-Bretanha, na zona da Mesopotâmia atinge-se um nível de organização social que deu origem às primeiras cidades, como é o caso de Jericó (Figura 22) e Çatal Huyuk (Figura 23, Figura 25 e Figura 26) onde as construções:

“Ditadas pelos recursos locais, com a utilização das técnicas pré-históricas . . . as técnicas primitivas (construção em pedra seca, mais frequentemente com terra crua, carpintaria rudimentar, devido à raridade da madeira para obras) estão na origem de aperfeiçoamentos técnicos empíricos.”

(Monnier, 2000, p. 11)

Também na arquitectura destas civilizações orientais se conhece pouco mais que edifícios monumentais religiosos e fúnebres assim como alguns palácios, que seriam construídos recorrendo aos materiais de maior durabilidade³⁶ (Goitia, 1982). Os edifícios de menor importância, à semelhança do que sucedeu na Europa, apresentavam uma construção mais rudimentar à base de lama, canas e palha, acabando por não perdurar no tempo (D'Alfonso & Samsa, 2006) .

Do mesmo modo que o Homem evolui enquanto indivíduo, evolui também enquanto membro de uma comunidade. Assim, a arquitectura, que surgira como uma resposta à necessidade de abrigo, vai-se desenvolvendo e adquirindo outras funções que vêm responder à evolução política e social das comunidades, a princípio de carácter fúnebre e sagrado³⁷ e, posteriormente, de carácter público e urbano.

³⁶ O uso dos tijolos de Terra foi adoptado pela maior parte das civilizações neolíticas da mesopotâmia, sendo que o mítico zigurate de Ur, da civilização suméria, foi edificado “... com tijolos crus para a massa de construção, com tijolos cozidos para o revestimento ...” (Monnier, 2000, p. 12)

³⁷ Destacando-se os zigurates, das civilizações suméria e assíria, e as pirâmides e templos da civilização egípcia.

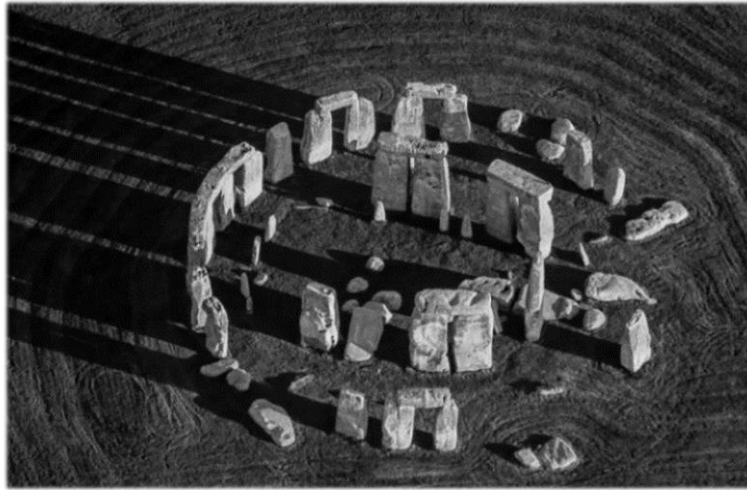


Figura 21 - Neolítico na Europa: Monumento Megalítico de Stonehenge (3100-2075 a.C.) Planície de Salisbúria. Reino Unido. Fotografia de David Goddard.

Figura 22 - Neolítico do Oriente: Muralha e Torre Neolíticas de Jericó. (c. 7000 a.C.) Jordânia. Fotografia de David Harris.

Figura 23 - Neolítico do Oriente. O assentamento de Çatal Huyuk após as escavações dos anos 60.

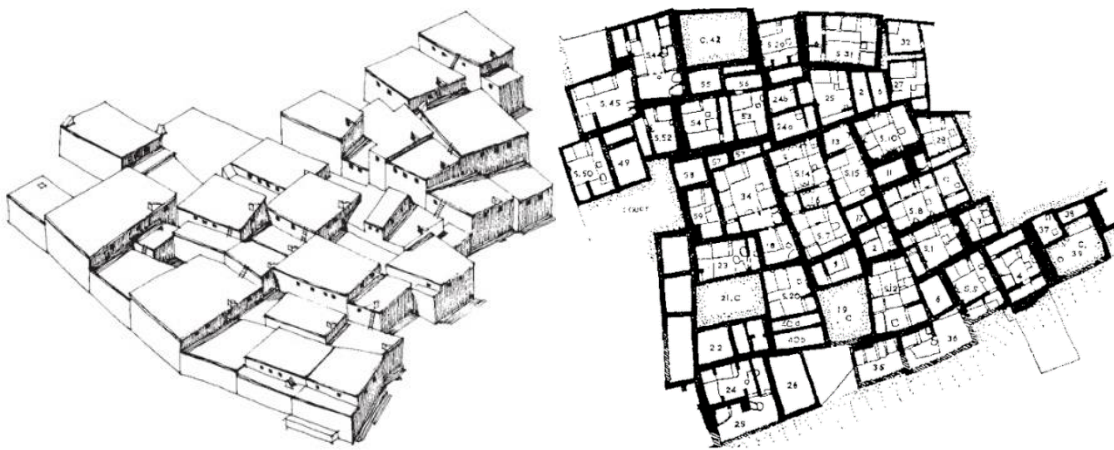
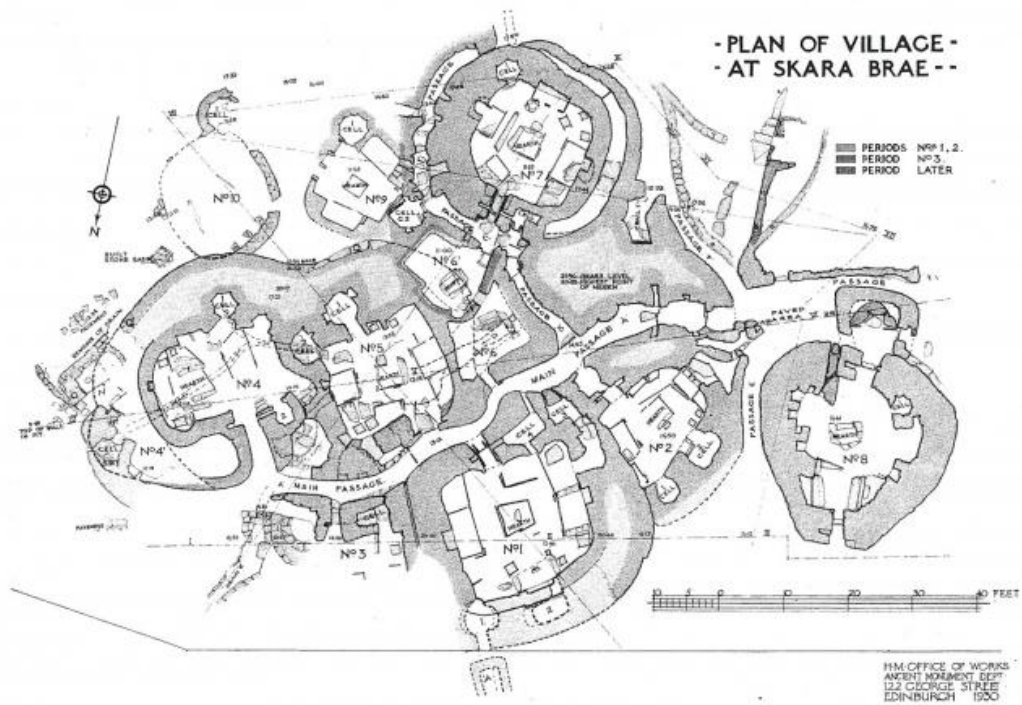


Figura 24 - O assentamento Neolítico Europeu de Skara Brae. Ilustração de V.Gordon Childe (1930)

Figura 25 - Neolítico do Oriente: Çatal Hüyük: Casas e santuários em terraços. Ilustração de Mellaart (1975)

Figura 26 - Planta do assentamento Neolítico de Çatal Huyuk. Ilustração de Mellaart (1975)

4.1.3. A ARQUITECTURA DA ANTIGUIDADE

Na fase inicial da História³⁸ o mundo assistiu ao nascimento e desmoronamento de inúmeras civilizações dotadas de grandes feitos ao nível da evolução humana e, conseqüentemente, da evolução da arquitectura e das técnicas construtivas. Entre estas destacam-se a civilização egípcia e as civilizações mesopotâmicas - acadiana, suméria e assíria - que, apesar de diferirem continentalmente, têm em comum algumas características geofísicas e climáticas que permitiram, como referimos anteriormente, o desenvolvimento da construção em terra através da produção de tijolos de adobe. Segundo Santos (2007), o desaparecimento das civilizações mesopotâmicas ocorreu, maioritariamente, como fruto de um desenvolvimento insustentável ao nível ambiental. O autor afirma que:

“O abate sistemático das árvores nas montanhas circundantes das bacias dos rios Tigres e Eufrates provocou a deterioração dos solos ... a irrigação intensiva ... a salinização, a degradação dos solos e a desertificação acabaram por enfraquecer as cidades-estado...” (Santos, 2007, p. 176)

Para além do recorrente uso do adobe a civilização egípcia foi, simultaneamente, pioneira no trabalho da pedra, existindo hoje inúmeros monumentos desta civilização que demonstram a primazia atingida ao nível da pedra talhada. Convém salientar que, graças à organização política desta civilização cujo poder estava centrado no faraó, a indústria da pedra tornou-se uma matéria de estado sendo que a sua extracção ocorria *“nas pedreiras próximas do monumento a ser construído ...”* (Monnier, 2000, p. 25) e, mais uma vez, as pedras seriam utilizadas conforme a importância do edifício a que se destinavam. O seu transporte estaria associado a uma pegada carbónica nula já que ocorria através carroças movimentadas pela força humana servil ou, quando possível e necessário, através de barcos no rio Nilo.

Como refere Monnier (2000, p. 9), *“... no Médio Oriente e no Egipto são as arquitecturas primitivas, postas em contacto umas com as outras, que provocam o nascimento das arquitecturas da Antiguidade Clássica.”* sendo com a emergência das civilizações pré-helénicas que se assistem a verdadeiros progressos ao nível dos princípios arquitectónicos.

³⁸ É à civilização suméria que se atribui a invenção da escrita cuneiforme em 3200 a.C. dando, por conseguinte, origem ao período Histórico. No entanto, é somente no ano 3000 a.C. que os fenícios, povo comerciante da zona do Mediterrâneo, inventam e difundem o alfabeto. (Santos, 2007)

Em termos de implantação e adaptação ao ambiente natural, as cidades do mar Egeu apresentam uma linguagem completamente distinta das que se tinham desenvolvido até à data. Ao passo que as civilizações precedentes se desenvolveram maioritariamente em zonas planas, a topografia destas ilhas apresentava declives muito acentuados que exigiram uma abordagem diferente nas suas construções e que originaram centros urbanos de plano irregular e espontâneo (**Figura 28**) (Goitia, 1982).

Neste período reconhecem-se estratégias de construção ecológicas que perduram até à actualidade e que representam uma verdadeira inovação no que diz respeito à interpretação do contexto natural e ao aproveitamento das forças naturais sendo a introdução do pátio nas tipologias habitacionais uma dessas contribuições. Apesar de haver já registos deste elemento na arquitectura egípcia, estes apareciam como espaços de distribuição comuns às células habitacionais da cidade. Já no caso da arquitectura grega, este elemento surgiu não só como forma de potenciar a iluminação natural dos edifícios, mas também como elemento de maximização da ventilação natural e como sistema de aproveitamento de água, já que ao centro se encontrava uma cisterna para a recolha das águas pluviais que seria o prelúdio do *impluvium* romano (D'Alfonso & Samsa, 2006). A mestria dos arquitectos gregos no que diz respeito a estratégias ecológicas projectuais foi tal, que estes pátios surgiam sempre orientados a sul com a adição de um elemento porticado que permitia uma máxima exposição solar no Inverno e uma entrada controlada no Verão (Goitia, 1982), criando assim de forma passiva uma técnica de climatização que é ainda hoje referenciada como uma estratégia de arquitectura sustentável.

Os materiais mais utilizados na arquitectura grega continuam a ser maioritariamente a pedra, os tijolos de terra e a madeira, sendo a pedra empregada nas obras de maior importância já que, para além da sua durabilidade, permitia soluções construtivas que a madeira e o tijolo não possibilitavam (D'Alfonso & Samsa, 2006). No entanto, a simplicidade das técnicas e dos instrumentos destas civilizações da antiguidade levava a que, mais uma vez, todos estes processos estivessem associados a um grande esforço humano, mas a uma pegada carbónica bastante reduzida.

A tecnologia da civilização grega deu também origem às primeiras estruturas de produção de energias limpas através de fontes renováveis, nomeadamente através da criação das noras, que aproveitavam a energia cinética dos cursos hídricos para a moagem dos cereais e o trabalho dos metais (Santos, 2007),

No entanto, é também na civilização grega que se assiste à primeira desvinculação do *-topos* ao nível do urbanismo. Enquanto que até à data as civilizações se tinham desenvolvido de um modo inconscientemente espontâneo, adaptando-se ao contexto envolvente, Hipódamo (498 a.C – 408 a.C.), comumente considerado o pai do urbanismo, cria no século V a.C uma teoria racional da cidade que se desenvolvia através de quadrículas articuladas por ruas rectas ortogonais (D'Alfonso & Samsa, 2006) (**Figura 27**) e que permitiu que posteriormente, com as conquistas de Alexandre Magno (334 a.C -323 a.C.) no Oriente,

“as plantas de grande número de colónias (...) podiam ser concebidas sem qualquer limitação, quer histórica quer topográfica, pois os (...) fundadores, podiam escolher a seu bel-prazer a localização mais adequada para a nova cidade, já previamente concebida e desenhada.”

(Bellido, 1966, p. 44, apud Goitia, 1982, p. 49)

O desenvolvimento da democracia nas cidades da Grécia deu origem a um novo tipo de arquitectura pública sem precedentes. Assim, a civilização grega foi pioneira na criação de novos sistemas políticos e económicos que acabariam por proliferar para as civilizações europeias futuras, nomeadamente a civilização romana. Introduzem-se assim novos espaços citadinos que demonstram uma valorização da participação do público, tais como teatros, mercados, praças, e edifícios de administração pública. Isto levou a que a economia destas cidades deixasse de ser somente de subsistência para se basear num sistema capitalista que teve efeitos ao nível da agricultura, da indústria e do comércio (Monnier, 2000).

Devido ao nível de organização destas cidades e à monumentalidade dos seus edifícios públicos e sagrados, o sector da construção era algo que surgia já verdadeiramente qualificado. Segundo Martin (1965, apud Monnier, 2000, p.33), *“Os Projectos são apresentados sob a forma de maqueta e de modelo; os concursos de arquitectura são atestados.”* (**Figura 29**).

De salientar que no urbanismo, à semelhança do que sucederia nas cidades romanas e do que seria uma constante até à idade média, as cidades seriam de escala controlada e, regra geral, envolvidas por muralhas que garantiam não só a defesa como a impossibilidade de expansão. A realidade é que, como refere Rudofsky (1964), o termo urbanismo remete a essas cidades muradas de escala contida derivando do latim de *urbs*, plural *urbes*, que remete para essa mesma definição de cidade murada.

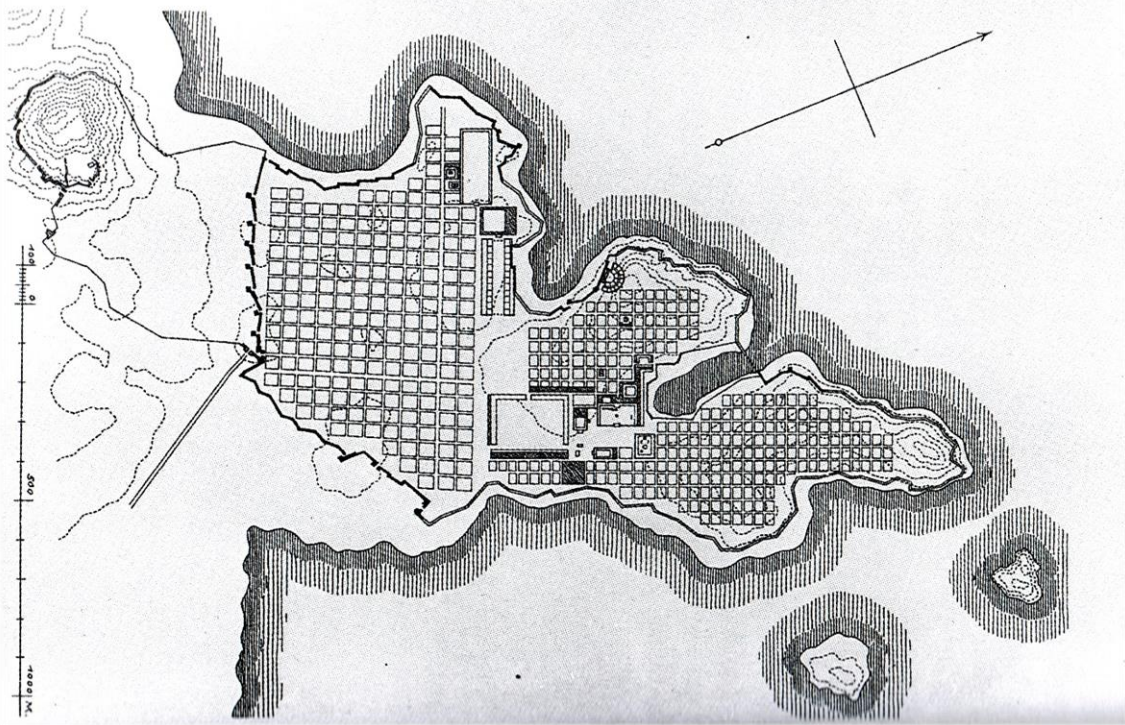
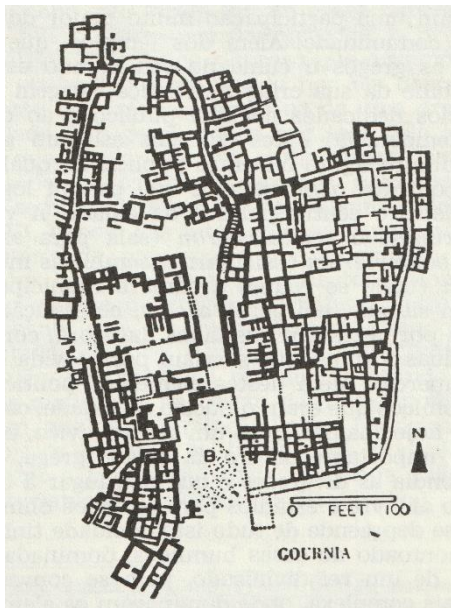


Figura 27 - Plano geral da cidade de Mileto, na actual Turquia, com origem Minóica. O traçado ortogonal da cidade demonstra a influência de Hipódomo, no entanto, apesar da ortogonalidade do plano, a adaptação topográfica ao contorno sinuoso mantém-se.

Figura 28 - Plano geral da cidade Minóica de Gurnia, na Ilha de Creta. (1600-1450 a.C.).

Figura 29 - Maquete em terracota de uma casa da Civilização Minóica achada em Archanes, a sul de Cnosso. (cerca de 1700 a.C.)

Ao longo da história, o precedente é continuamente o ponto de partida para qualquer nova civilização. No caso da arquitetura da civilização grega, as técnicas e linguagem adoptadas nos trabalhos realizados em pedra foram altamente influenciadas pela arquitetura da civilização egípcia e da civilização micénica.

O mesmo sucedeu para o nascimento da arquitetura romana, que obteve dos modelos helenísticos a sua inspiração basilar. Assim, segundo Goitia, (1982, p. 55),

“Sob o ponto de vista urbanístico, as cidades do Império Romano foram herdeiras das gregas, das quais tomaram todos os refinamentos técnicos: esgotos, aquedutos, água corrente, balneários, pavimentos, serviços de incêndio, mercados, etc.”

Através dessa re-invenção do precedente, a civilização romana amadureceu em termos materiais, estéticos e funcionais a níveis que nenhuma outra civilização anterior havia atingido graças ao longo processo de aperfeiçoamento de que esta dispôs. A vastidão do império romano fez com que os edifícios sofressem um processo de maturação significativo ao nível da funcionalidade, já que estes se tornam os elementos primordiais da organização social, política e cultural, assim como do poder, do império e do imperador (Monnier, 2000). Assim, o aperfeiçoamento das técnicas de construção da civilização romana deu origem a construções que vinham desafiar os limites técnicos conhecidos até à data, tanto em termos de dimensão como em termos morfológicos, sendo mérito desta civilização a invenção do betão – o *opus caementicium* – que, numa forma mais primitiva e natural, apresentava já óptimas qualidades plásticas e permitiu verdadeiros avanços na concepção de abóbadas, destacando-se o intemporal Panteão romano que, segundo D'Alfonso e Samsa (2006, p. 51),

“... é a expressão sintética da nova tradição arquitectónica romana fundada no aparelho de cimento e na aplicação do sistema construtivo em abóbada ... que será referência imprescindível para toda a arquitectura ocidental.”

No entanto, este material seria utilizado apenas devido às suas capacidades plásticas e nunca como acabamento final sendo, regra geral, revestido posteriormente com “*decorações em mármore, em pedra, em terracota, em mosaico ou em estuque.*” (idem, ibidem, p.55).

Ao nível urbano, a maioria das cidades romanas surge através do desenvolvimento de aldeias e povoações pré-existentes, da expansão e transformação de acampamentos militares e do aumento de propriedades de natureza rústica que pertenciam muitas das vezes aos próprios imperadores romanos. Sempre que possível,

as cidades seriam desenvolvidas através dos princípios *hipodâmicos* em planos de traçado regular e geométrico (Goitia, 1982).

Devido à grandeza do império, os romanos foram responsáveis pela criação das primeiras redes viárias que permitissem a ligação dos vários centros urbanos. Assim, surgem as primeiras estradas construídas através de recursos minerais, que exigiam grandes trabalhos de transformação do solo, de entre as quais se destaca a *Via Appia*, uma das principais estradas de Roma, como o exemplo mais magnânime (Monnier, 2000).

A extensão das cidades romanas e a necessidade de as complementar com todas estas infra-estruturas levaram a uma significativa transformação do solo, que tinha de ser escavado em profundidade para a instalação de sistemas de saneamento e de evacuação das águas (Goitia, 1982).

Vitrúvio, arquitecto romano do séc. I a.C., deixou como legado a obra *De Architectura*, redigida entre os anos 40 e 32 a.C., que demonstra a abrangência do conhecimento necessário para a formação de um arquitecto, conhecimento este que estava altamente conectado com a aprendizagem e interpretação do mundo natural e das suas características sendo que, para o arquitecto, o princípio basilar para o planeamento de uma cidade deveria ser a protecção contra os ventos predominantes (Monnier, 2000).

Desde o estudo dos elementos naturais, à constituição dos materiais, ao estudo dos ventos e das características geológicas do terreno, o legado *vitruviano* que nos chegou até à actualidade através deste clássico *Tratado da Architectura* demonstra a importância que o estudo do suporte geofísico tinha para os arquitectos antigos. Mais uma vez, o arquitecto romano demonstra a importância da adaptação ao contexto natural no pensamento arquitectónico quando refere que:

“Parece com efeito, que convém levantar as várias tipologias de edifícios de uma maneira no Egipto, de outra na Hispânia, não do mesmo modo no Ponto, diversamente em Roma, (...), porque numa parte a Terra se encontra sob a pressão do curso do Sol, noutra se afasta dele, (...), do mesmo modo se julga deverem ser traçadas as disposições dos edifícios de acordo com as características das regiões e as variedades do céu.”

(Vitrúvio, 2006, p. 222)

Contudo, se os teatros gregos se enquadravam completamente na topografia natural do terreno, os romanos vieram contrariar essa adaptação ao contexto natural através da construção de alicerces artificiais em pedra

que fizeram com que o teatro se desvinculasse “... da relação de dependência com o terreno e adquire uma autonomia construtiva própria.” (D'Alfonso & Samsa, 2006, p. 62).

Também os pátios, elemento arquitectónico herdado da civilização grega, tinham geralmente ao centro um tanque de recolha de águas pluviais conhecido por *impluvium*, que manifesta novamente a preocupação em aproveitar ao máximo os recursos naturais. (Figura 32 e Figura 31).

Contudo, existem registos históricos e arquitectónicos que tornam evidente o uso de estratégias destinadas à colecta de águas pluviais e ao seu armazenamento noutras civilizações. Em 36 a.C. o rei Herodes terá construído uma fortaleza que estava dotada de cavernas escavadas com a capacidade de abastecer cerca de 40 milhões de litros de água captada das chuvas que seria posteriormente transferida através de aquedutos e canalizações para as habitações existentes na fortaleza (Jarus, 2012, apud Saraiva, 2015). Sistemas semelhantes foram descobertos noutras civilizações, nomeadamente na América do Sul, sendo que estes SAAP foram abandonados, tal como as restantes eco-técnicas e estratégias passivas, devido ao progresso económico e à globalização.

Tal como sucedeu na maioria das civilizações, as tipologias habitacionais divergiam de acordo com o *status* do seu proprietário, sendo que as habitações das famílias mais abastadas eram implantadas isoladamente e seriam conhecidas como as *domus*, quando em contexto urbano, ou *villae*, quando em contexto rural que, à semelhança das casas gregas, desenvolviam-se em torno de um pátio ajardinado onde o *impluvium* assumia o lugar central. Apesar de edifícios com uma grande pegada de solo³⁹, segundo D'Alfonso e Samsa (2006), as villas dos subúrbios assumiam “um novo princípio de instalação, segundo o qual o complexo arquitectónico se decompõe nas suas partes constitutivas, dispostas em harmonia com a configuração do terreno ...” (p. 58).

O estudo das *domus* e das *villae* romanas demonstraram novos elementos arquitectónicos que haviam sido pensados e implementados com o objectivo de servirem de sistemas de aquecimento – os *hypocaustum* (Figura 34). Através da criação de um piso subterrâneo sob o edifício onde se procedia à incineração de biomassa, nomeadamente de madeira, o ar quente libertado serviria como aquecimento das águas, no caso

³⁹ Segundo Monnier (2000), a área de implantação/pegada de solo destes edifícios habitacionais podia ir desde 350 m², como é o caso das *domus* descobertas em Pompeia, a 600 e 1600 m², como se encontraram na cidade de Roma. (p. 47)

dos edifícios termais, ou das divisões, no caso dos hipocaustos encontrados nos edifícios habitacionais (Figura 33) (Goitia, 1982). O Hipocausto, que terá sido certamente um dos protótipos do sistema de aquecimento hodierno do piso radiante, surge como outro exemplo de tecnologia romana que, apesar de criar condições internas confortáveis recorrendo à combustão da madeira, teria uma pegada certamente menor que muitos dos sistemas de A&A que são utilizados actualmente e que estão dependentes de um enorme consumo energético proveniente da exploração de combustíveis fósseis.

Contudo, nem todo o povo romano possuía riquezas e status que lhes oferecesse condições para habitarem estes pequenos palacetes. Com o crescimento do Império Romano houve um considerável aumento de densidade populacional na cidade de Roma que trouxe a emergência de um problema de habitação. Assim, assiste-se pela primeira vez à introdução de um edifício habitacional multifamiliar construído em altura, a *insulae* (Figura 30), que tinha em geral entre quatro a seis andares de apartamentos que se destinavam a um arrendamento tanto às classes mais pobres como a classes mais abastadas, nomeadamente à burguesia (D'Alfonso & Samsa, 2006; Monnier, 2000). Estes edifícios, que seriam construídos em alvenaria de tijolo, apresentam a introdução de uma nova técnica construtiva - o tabique de madeira - que permitiu uma redução significativa na espessura das paredes interiores (Monnier, 2000).

O que surgira como uma solução para um problema social acabou por ser uma enorme invenção na diminuição da pegada de solo da arquitectura já que permitia abrigo a um maior número de pessoas através de um edifício que crescia em altura mantendo a sua área de implantação constante.

A civilização romana deixou, indubitavelmente, contributos valiosíssimos no que diz respeito à arquitectura e ao urbanismo. Como refere Monnier (2000, p. 50):

“a partir de uma cultura material, técnica e formal fortemente estabelecida pelas tradições ... a arquitectura romana não tem igual até ao século XIX, quando se torna referência para os grandes programas modernos.”

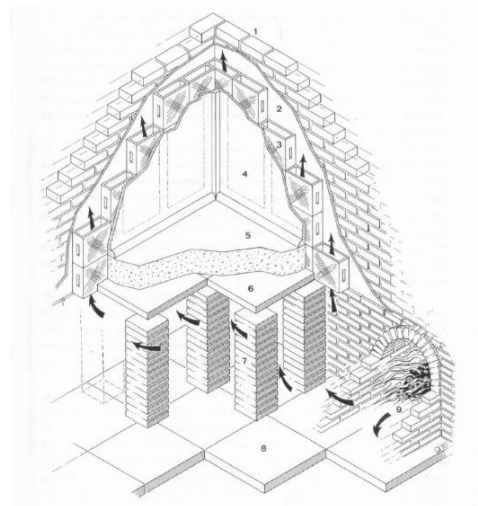
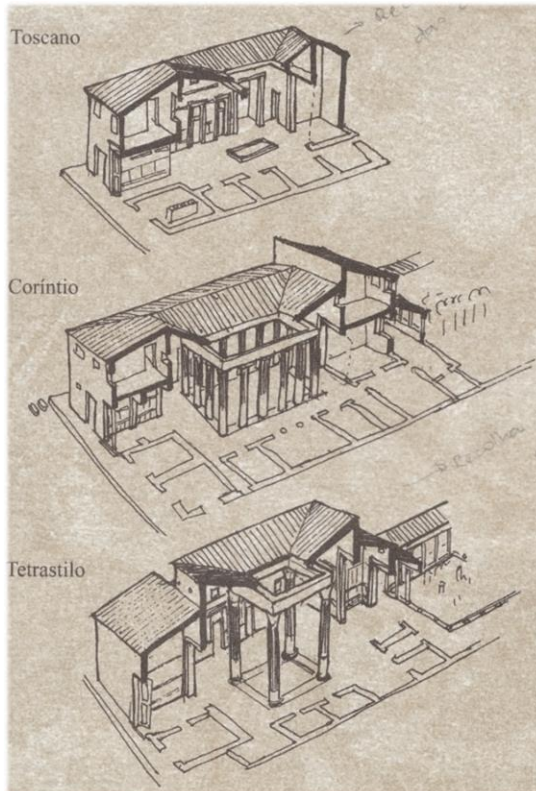


Figura 33 - Várias tipologias de pátios romanos com o *impluvium* central e cuidado constante de aproveitar as águas pluviais através de um correcto estudo da cobertura.

Figura 32 - *Domus* de Menander, em Pompeia. Fotografia do *impluvium* localizado no atrium da habitação. Fotografia de Carole Raddato.

Figura 31 - Hipocausto encontrado numa villa romana em Vieux-la-Romaine, França.

Figura 30 - Desenho reconstrutivo de uma insula, em Ostia. Ilustração de Italo Gismondi (1923)

Figura 34 - Desenho esquemático do funcionamento de um Hipocausto.

4.1.4.A IDADE DAS TREVAS | A ARQUITECTURA NA IDADE MÉDIA

Com a expansão do cristianismo e a mudança da capital imperial de Roma para Constantinopla assiste-se, entre o século III e o século V, a uma série de eventos que iriam ditar a queda do Império Romano, em 476 d.C. Desse modo, dá-se um retrocesso em termos políticos e económicos na maioria das cidades antigas pelo que esse período, de escassa importância em termos de evolução intelectual humana, ficou conhecido como a Idade das Trevas.

Se até à data a população se concentrava maioritariamente nas cidades romanas, na Idade Média dá-se uma nova migração de grande parte destas populações para as áreas rurais, voltando a agricultura a ser a principal actividade económica, já que muitos desses centros urbanos romanos acabaram por se extinguir. Desse modo, a exploração agrícola torna-se novamente responsável por uma significativa ocupação do solo que viria a transformar sensivelmente as paisagens naturais (Monnier, 2000).

Como consequência da queda dos centros urbanos, a arquitectura pública perde simultaneamente a sua importância sendo substituída pela exaltação da arquitectura religiosa que, graças à expansão do cristianismo, assinalou o período “*da entrada em cena dos bispos e dos monges, os grandes construtores da Idade Média.*” (idem, ibidem, p. 53) que se dedicaram a implantar igrejas nos centros mais citadinos e, a partir do século VII, mosteiros nas zonas rurais.

Os princípios e técnicas arquitectónicas herdados das civilizações antigas são reinterpretados e adaptados à arquitectura religiosa da Idade Média mantendo-se a pedra como o material de eleição. Através das técnicas romanas de alvenaria, aperfeiçoam-se as construções abobadadas onde “*as cantarias de pedras de alvenaria alternam com as camadas de tijolo, com grandes juntas.*” (idem, ibidem, p. 55) que irão marcar os edifícios religiosos desta época, nomeadamente os edifícios bizantinos da Igreja do Oriente, em Constantinopla, que encontra em Santa Sofia, construída entre o ano 537 e 562, a sua obra mais emblemática (**Figura 35**).

Contudo, uma vez que as construções dependiam dos recursos locais disponíveis, a arquitectura bizantina materializou-se na Rússia com a construção de igrejas de identidade muito própria e peculiar que recorriam à madeira como principal material de construção (**Figura 36 e Figura 37**). Mais uma vez o Homem adapta-se ao seu contexto geofísico e a arquitectura em pedra seria inexistente nesta região. (D'Alfonso & Samsa, 2006)

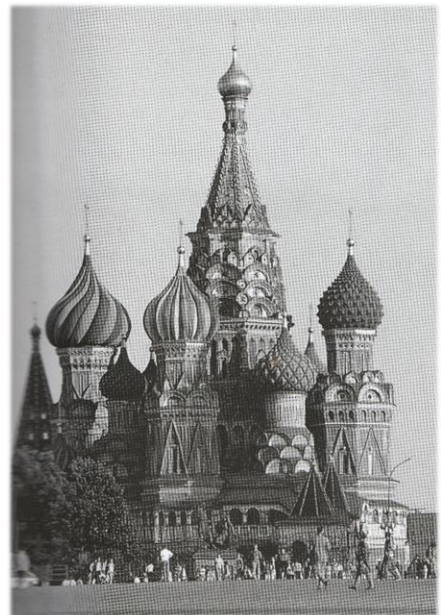


Figura 35 - A Arquitectura Bizantina Oriental. A Basílica de Santa Sofia (532-538) construída em Constantinopla, após a transferência da capital de Roma para Bizâncio.

Figura 36 - A Arquitectura Bizantina na Rússia, onde a madeira se assume como material de eleição. Igreja de Santa Sofia de Novgorod (1045-1050)

Figura 37 - Arquitectura Bizantina na Rússia. A Catedral de São Basílio (1555-1560) em Moscovo.

Nas construções deste período verifica-se o aperfeiçoamento das técnicas ancestrais, mas os recursos utilizados continuam a ser maioritariamente os mesmos. Existe uma clara evolução tipológica das construções, maioritariamente nas de cariz religioso com a emergência das catedrais e das abadias sendo que as últimas seriam *“o motor da vida intelectual artística e técnica.”* (Monnier, 2000, p. 58). Se as catedrais se inseriam num contexto mais urbano, as abadias implantavam-se em territórios naturais longe dos locais civilizados e assumiriam elas próprias o carácter de centro ‘citadino’ dotando-se de todos os serviços necessários para os seus habitantes e para os peregrinos. Destaca-se a Abadia de Cluny que se transformou, entre os anos 950 e 1130, segundo D'Alfonso e Samsa (2006), num «microcosmo» onde:

“... estão reunidas todas as funções urbanas ... Palácios, hospícios, habitações de artesãos, camponeses e estábulos, moinhos, lagares, celeiros e hortas definem o horizonte de uma vida auto-suficiente, capaz de garantir hospitalidade aos funcionários imperiais e aos peregrinos.” (p. 103)

Se Cluny podia ter sido o ponto de partida para a concepção de cidades auto-sustentáveis onde a relação Homem-Natureza desfrutava de um equilíbrio saudável e estável, como referem os autores, o exemplar centro eco-sistémico não perdeu já que as suas funções urbanas foram consideradas profanas e incongruentes com a vida religiosa cuja identidade deveria ser mais *“penitencial e camponesa”* (idem, ibidem). No entanto, a técnica de alvenaria, de pedra e de tijolo, e a construção em tabique continuam a ser as principais opções construtivas, tanto ao nível dos edifícios profanos como ao nível dos edifícios religiosos e administrativos. Ao nível da pegada ecológica dos edifícios religiosos da idade média, com a emergência das catedrais, das basílicas, das abadias e dos mosteiros, os edifícios vêm a sua pegada de solo a aumentar significativamente. Simultaneamente, apesar dos materiais de construção se manterem, verifica-se uma evolução das técnicas decorativas que vêm incorporar nas obras materiais preciosos⁴⁰.

Desde a queda do Império Romano que as artes e a arquitectura assistiram, aproximadamente até ao século XI, ao nascimento de inúmeros estilos: a Arquitectura Paleocristã da Europa, a Arquitectura Paleocristã Oriental ou Bizantina, a Arquitectura Carolíngia e, finalmente, a Arquitectura Românica, que viria a ser sucedida pelo estilo Gótico que tomaria lugar entre o século XII e o século XV. (D'Alfonso & Samsa, 2006)

⁴⁰ Segundo Monnier (2000), a decoração da arquitectura sagrada integrou *“ourivesaria, marfins e esmaltes”* na fase da arquitectura românica onde houve uma junção entre as artes plásticas e as técnicas de construção. (p.61)

Apesar das claras diferenças morfológicas e topológicas que decorreram entre estes séculos e que atribuíram diferentes linguagens e características estilos arquitectónicos, os edifícios tinham em comum a sua constituição maciça que era responsável, dado a grande escala das obras, por um enorme consumo de recursos minerais⁴¹. Com a emergência do gótico, “... às massas plásticas da fase precedente sucedem a amplitude dos vazios, um espaço luminoso e um estilo linear, ...” (Monnier, 2000, p. 62) que, apesar de persistir na construção de edifícios de grandes dimensões⁴², procura também uma racionalização dos meios e dos processos através do aligeiramento das construções. A materialização do gótico acabava por estar dependente de técnicas sofisticadas e, consecutivamente, de mão-de-obra especializada, pelo que se assiste à concentração de artesãos e técnicos nos centros urbanos que estimulam o desenvolvimento da burguesia urbana e vêm dar origem, no início do século XI, ao nascimento das primeiras cidades medievais.

O comércio ganha novamente um maior destaque no sector económico o que leva ao desenvolvimento de novos grupos sociais, como é o caso da burguesia, e à construção de novos elementos arquitectónicos que vêm favorecer a comunicação entre os centros urbanos, nomeadamente os portos marítimos. Dá-se novamente um êxodo da população que migra das zonas rurais para as cidades com o objectivo de encontrar um novo ofício, já que os conhecimentos artísticos e técnicos abandonam os mosteiros e passam a estar centrados nos centros urbanos. Logicamente que, associado a este crescimento populacional, cresce simultaneamente o ambiente construído e, portanto, a pegada de solo da arquitectura começa a ser cada vez maior. No entanto, a partir do século XIV, com a expansão económica, social e intelectual dos centros urbanos, assiste-se a um decréscimo da construção de edifícios religiosos passando a arquitectura a assumir, novamente, funções militares e públicas. Assiste-se novamente a uma importante evolução tipológica da qual se destaca a emergência de edifícios comunitários, onde se destaca a construção de hospitais, sendo, no entanto, a arquitectura civil que ganha maior importância com os palácios urbanos construídos tanto para as emergentes *elites* políticas como para os próprios monarcas. (idem, ibidem, pp.70-71)

⁴¹ Na Arquitectura Românica, que antecedeu a Arquitectura Gótica, por forma a resolver as questões estáticas dos edifícios, as paredes eram compostas por sucessivas camadas de materiais distintos, tanto em alvenaria de pedra como em alvenaria de tijolos, o que lhes conferia uma enorme espessura. (D'Alfonso & Samsa, 2006, p. 97)

⁴² Segundo D'Alfonso e Samsa (2006) em 1129, com a construção da Igreja Saint-Denis, o abade Suger propaga uma nova doutrina na qual a relação com Deus é expressa através da arte e da construção de grandes obras urbanas.

A protecção surge como um pressuposto basilar das cidades medievais o que faz com que os locais de implantação dos novos centros fossem escolhidos, regra geral, em terrenos por si só de difícil invasão. Assim, os territórios de eleição apresentavam topografias irregulares o que tornava mais difícil a liberdade urbanística e arquitectónica. Simultaneamente, por forma a exonerar a capacidade de defesa, a cidade medieval apresenta-se geralmente rodeada por muralhas. Esse pressuposto deu origem a cidades que surgem com os seus limites bem definidos e que assumiam um carácter quase de ‘ilhas’ humanas fortificadas num vasto ‘mar’ de paisagem natural, sendo que, face à falta de veículos as cidades eram pensadas a uma escala humana, o que fazia com que a maior parte dos percursos fossem pensados tendo como base a distância de uma viagem pedonal (Monnier, 2000). Assim, a maior parte destas cidades da Idade Média foram crescendo de forma orgânica e espontânea que Descartes viria a descrever mais tarde como:

“Assim, aquelas cidades antigas, que ao princípio foram apenas vilórias, e que se converteram, através dos tempos, em grandes cidades, estão em geral tão mal arrumadas que, ao ver as suas ruas curvas e desiguais, dir-se-ia que o acaso, mais do que a vontade dos homens usando a razão, as fez desta maneira.”

(Descartes, 1979, apud Goitia, 1982)

Os edifícios, à semelhança do que acontecia nas civilizações precedentes, eram projectados de acordo com a sua importância. Os materiais continuaram a ser predominantemente a pedra, o tijolo e a madeira, sendo a construção em tabique recorrente nas cidades medievais da Europa setentrional (Monnier, 2000).

Também a tecnologia da Idade Média operava em cooperativa com as forças naturais. Segundo Burger (2003, apud Santos, 2007)), no final do século XI existiam cerca de 5000 noras na zona da Grã-Bretanha que eram usadas maioritariamente para *“moer farinha, mas também produzir azeite, fabricar papel, serrar madeira, triturar minérios e ainda operar os foles das forjas de fundição.”* (Santos, 2007, p. 231).

A realidade é que ao longo da história da humanidade, desde a sua origem até à Idade Média, houve um aumento significativo de todas as pegadas ambientais. No entanto, como afirma Santos (2007) esse aumento nunca se traduziu em cenários significativamente malignos nem para o Homem, nem para o ambiente natural, talvez por falta de meios ou pelo facto de, como afirmam Alves e Caeiro (1998, pp. 67-68), *“os conhecimentos da Natureza deste Homem Medieval são muito elevados... Estamos em presença de um verdadeiro gestor do espaço, que fundamenta a sua estratégia num real conhecimento dos processos naturais.”*

4.2. O PRECEDENTE ANTROPOCÊNTRICO

“Nem Bacon nem os seus ansiosos seguidores na ciência e na técnica, os Newtons e Faradays, os Watts e os Whitneys, anteviram fosse o que fosse do facto de que todo o nosso domínio do mundo físico, conquistado com muito esforço, poderia no século XX, ameaçar a própria existência da raça humana.”

(Mumford, Arte e Técnica, 1980, p. 10)



Figura 38 - Hieronymus Bosch (1480-1505). The Garden of Earthly Delights. Segundo Painel. De c. 1500.

4.2.1.A REVOLUÇÃO FILOSÓFICA, CIENTÍFICA E TÉCNICA | OS ALICERCES DO MOVIMENTO MODERNO

Entre o século XV e XVII inicia-se no Ocidente a longa mudança epistemológica que viria a resultar em novas contribuições técnicas e científicas, que atingem o seu apogeu com o nascimento da Revolução Industrial, e que viriam a contribuir drasticamente para a concepção do Homem Moderno.

Ao aperceber-se de que fora na Antiguidade Clássica que atingira o apogeu das suas capacidades criativas, o Homem envereda por um percurso de “*ressureição dos clássicos*” e, portanto, por uma canonização das ordens antigas que tinha como objectivo não o plágio mas a sua superação (D'Alfonso & Samsa, 2006, p. 146).

Surge assim o Renascimento, que se consolida no séc. XV e, que se destaca como um movimento de enorme importância intelectual já que é, segundo Jason (2005), o primeiro período na História no qual o Homem se torna “*consciente da sua própria existência*” (idem, ibidem, p. 366) passando a olhar para o passado através das realizações humanas, ao invés dos acontecimentos religiosos, e deixando para trás uma forma de pensar na qual o Homem estava mais ligado ao Céu do que propriamente ligado à Terra.

Este período deu origem a uma série de transformações que ocorreram nas sociedades a nível económico, cultural, político e religioso e que se viriam a reflectir também nas artes, na filosofia e a nas ciências.

Pela primeira vez em séculos a razão ultrapassa a fé e a doutrina do Homem deixa de ser o Teocentrismo para dar lugar ao Antropocentrismo, no qual o Homem surge como a medida de todas as coisas e o centro do Universo. Assim, a religião, que havia sido a base de todos os estudos até à data, estando altamente ligada à filosofia e à ciência, perde a sua força e estas disciplinas fragmentam-se da Teologia assumindo um carácter, autónomo e independente.

O Renascimento traz consigo os primeiros grandes avanços científicos⁴³ dando origem ao primeiro período onde ocorre a unificação entre a arte e a ciência. Assim, o artista, deve conhecer também as leis da natureza, passando esta a ser pela primeira vez vista como um objecto de estudo e observação (Janson, 2005).

Leonardo da Vinci (1452-1519), um dos nomes mais importantes deste período e que tinha tanto de cientista como de artista, reinventa o Homem Vitruviano que reflecte essa ressurreição dos clássicos da

⁴³ O Renascimento ocorre também na área das ciências através da Revolução Científica que se desenvolve entre os séc. XVI e XVIII através das investigações de cientistas dos quais se distinguem Nicolau Copérnico (1473-1543), Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630) e Isaac Newton (1643-1727).

antiguidade e que manifesta a corrente a nova corrente de pensamento da valorização do estudo das literaturas, filosofias e história humanas ao invés das letras divinas e religiosas que haviam sido praticadas até à data através de um culto cego à fé (**Figura 39** e **Figura 40**) (Janson, 2005).

No entanto, a grande mudança epistemológica dá-se já no século XVII, quando René Descartes (1596-1650), comumente considerado o ‘pai’ da modernidade, iniciaria a corrente do racionalismo com a publicação do seu *Discurso do Método*, em 1637. Através das suas ideias desenvolve-se na sociedade o pensamento reducionista cartesiano⁴⁴ que considera falso tudo aquilo que não possa ser provado, explicado e compreendido, de forma evidente, através das ciências e das matemáticas. Paralelamente, também Francis Bacon (1561-1626) contribui para a dessacralização e desvalorização da Natureza através da propagação da ideia de que a esta surgia como um adversário a ser domado e vencido e que o importante seria “... *alargar ao máximo o poder do Homem sobre a natureza ...*” (Durozoi & Roussel, 1997, p. 45).

Posteriormente, com as descobertas científicas de Isaac Newton (1642-1727) todo o conhecimento do Homem sobre o mundo é posto em causa e conseqüentemente, a Natureza perde o seu misticismo passando a ser objectificada e submissa às leis mecânicas. É através das suas teorias que se passa a explicar toda a complexidade e mecânica do Universo e a «Mãe-Natureza» passa a ser interpretada como uma máquina - a *máquina-mundi* – cujo comportamento é “*regido por leis universais, expressas por meio de fórmulas matemáticas, ... completamente indiferente ao homem, ao seu sentir e às suas preocupações e anseios.*” (Santos, 2007, p. 21).

Todos estes avanços resultam numa visão do mundo científica e racional, na qual todo o acontecimento tem de ser explicado através da lógica e da ordem do método reducionista. Com a aliança da técnica e da ciência ao crescimento económico e à cultura, estavam implantados os alicerces do Movimento Moderno que sucederia e cujo início ficaria marcado pela emergência da Revolução Industrial. O Homem perde gradualmente a sua consciência ambiental e fragmenta-se da restante comunidade biótica, levando ao início do percurso de queda da sustentabilidade planetária que viria a resultar na crise ambiental da actualidade.

⁴⁴ O método de pensamento cartesiano analisa o objecto de estudo através da sua compartimentação e fragmentação em tantas partes quanto possível por forma a esclarecer cada uma isoladamente e só finalmente, através da soma das partes, chegar à conclusão do todo. Aí se inicia o paradigma da fragmentação do conhecimento, conhecido mais tarde por reducionismo, que ainda hoje se aplica, segundo Santos (2007) em todas as áreas de estudo científicas.

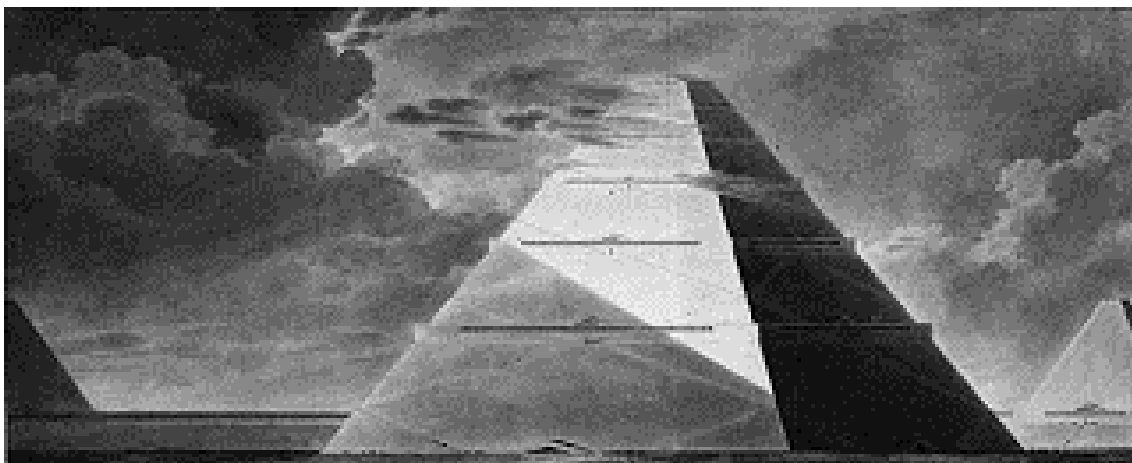
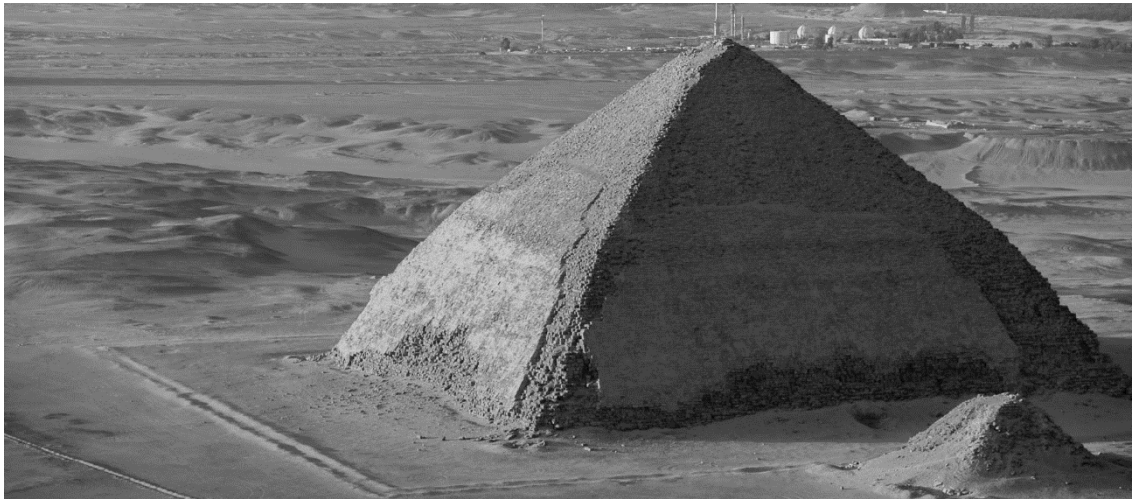
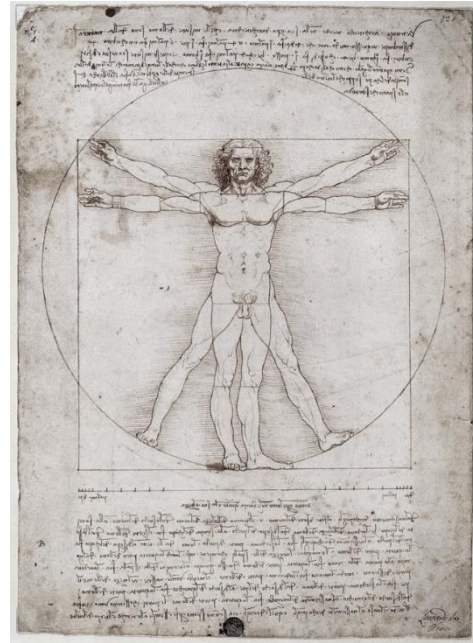
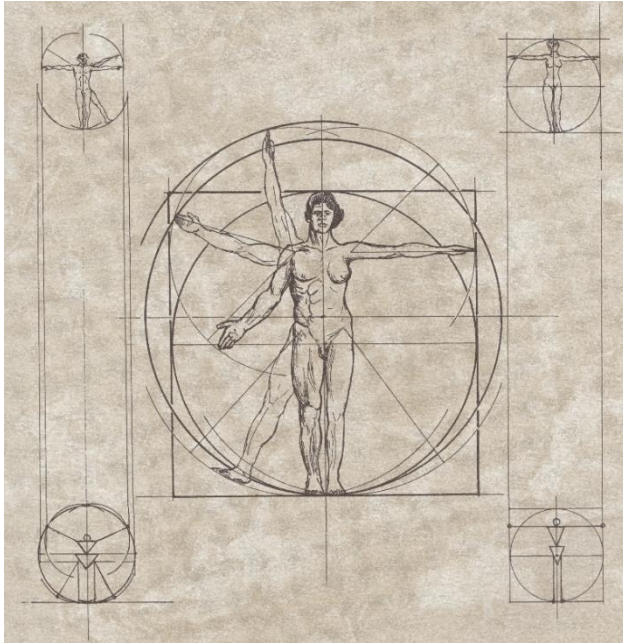


Figura 39 - O Renascimento dos Clássicos: *Homo Bene Figuratus* (1 a.C.)| A proporção humana de Vitruvius.

Figura 40 - O Renascimento dos Clássicos: *Homo ad Circulum* (1490). A reinterpretação do homem Vitruviano por Leonardo Da Vinci.

Figura 41 - O Renascimento dos Clássicos: Pirâmide da Civilização Egípcia. Fotografia de Yann Arthus-Bertrand.

Figura 42 - O Renascimento dos Clássicos: Projecto de cenotáfio (cerca de 1782) de E.L. Boullée (1728-1799).

breve abordagem da evolução da pegada ecológica da arquitectura

4.2.2. A REVOLUÇÃO NA INDÚSTRIA | OS NOVOS MATERIAIS

“... durante três séculos, a engenharia tinha feito progressos extraordinários em todos os domínios excepto na construção; e já era tempo de o interesse por novos materiais e processos técnicos, associados em particular a um maior uso do ferro e do vidro e acompanhando a produção em massa de unidades estandardizadas, se estendesse à construção.”

(Mumford, Arte e Técnica, 1980, p. 104)

A Revolução Industrial tem origem na segunda metade do século XVIII atingindo o verdadeiro progresso económico-social só no século XIX, altura em que se desenvolvem os maiores avanços ao nível das invenções técnicas e das engenharias (Gössel & Leuthäuser, 2001). A máquina, que vem mudar radicalmente a vida do Homem, torna-se o novo objecto de adoração e veneração.

A emergência da industrialização traduz-se numa transição de um processo produtivo manual para um processo produtivo mecanizado que é alimentado pela transformação da energia química, presente nos combustíveis fósseis, em energia mecânica. A cidade, o palco dessa revolução, surge como símbolo de um futuro promissor dando origem a um êxodo sem precedentes das populações que migram dos campos em busca dessa nova qualidade de vida, provocando uma drástica transformação no desenho da cidade e no seu crescimento (Morin & Kern, 2001). Como refere Tietz (2008), se no ano de 1800 a Grã-Bretanha era a casa de 9 milhões de pessoas, 80% das quais viviam em zonas rurais, passados 110 anos assiste-se a um crescimento dessa população para 36 milhões de habitantes dos quais 72% se encontravam nas grandes cidades.

A pressão desse crescimento faz com que a revolução não se desenvolva somente ao nível da indústria acabando por desencadear transformações também na agricultura, nos meios de transporte e comunicação e, na base dessas metamorfoses tangíveis, o Homem Moderno altera também os seus ideais económicos e sociais (Goitia, 1982; Gössel & Leuthäuser, 2001) já que, aliada à eficácia da industrialização, vê-se o nascimento de uma nova corrente de pensar que visava *“permitir uma produção mais rentável e uma concentração acumulável de capitais”* (Lynch, 2010, p. 30).

Se até à data, por força das circunstâncias, o Homem evoluiu consciente de que teria de se adaptar à Natureza, a partir do século XIX esse pensamento é completamente invertido e a Natureza, que já havia

sido objectificada graças ao pensamento racional do século XVIII, com o surgimento da Revolução Industrial passa a ser concebida como um fonte ilimitada de recursos e de matérias-primas.

Assim, surge a possibilidade não só de transformar os materiais existentes mas também de criar novos materiais industriais que vêm urgir transformações também ao nível das técnicas construtivas. Se até à data os edifícios haviam sido construídos maioritariamente recorrendo ao tijolo, à pedra e à madeira, ao longo do século XIX assiste-se ao aparecimento de outros materiais construtivos como o ferro, o aço, o vidro e, finalmente, o betão (Bragança, Fernandes, & Mateus, 2011; Tietz, 2008). Através da mecanização da produção, que se traduzia num modelo eficaz e capaz de reduzir drasticamente o tempo de fabricação dos produtos, surge uma produção em série destes materiais que se inserem nos novos sistemas construtivos como padrão e que dão origem a uma liberdade completamente inovadora no desenho arquitectónico, tanto em termos estruturais, como formais e estéticos.

Os materiais naturais utilizados milenarmente até ao século XVIII são desvalorizados e ignorados. A partir deste momento tudo muda: desde as técnicas de extracção das matérias-primas, ao seu processo de fabrico, ao seu alcance de transporte. Com a adição de substâncias químicas os materiais modernos industriais, com alta energia incorporada⁴⁵, assinalam uma ruptura com o ciclo de degradação natural dos mesmos quando de volta ao ecossistema, já que os seus componentes se alteram. Ao passo que no passado os recursos transformados em resíduos eram naturalmente eliminados e reciclados pelo ecossistema local, a partir da Revolução Industrial, os materiais processados quebram com este metabolismo circular (Rodrigues, 2006).

O betão armado é inventado na segunda metade do século XIX, tendo-se tornado a sua invenção pública através da arquitectura de edifícios destinados a exposições. No final do século começa-se a utilizar este novo e promissor material na construção de fábricas, por apresentar uma boa resistência à corrosão dos fumos industriais, mas é no início do século XX que o betão começa a ganhar verdadeira projecção, sendo utilizado para a construção de edifícios públicos. Somente mais tarde este material começa a ser utilizado em grande escala para todo o tipo de usos, já que a sua utilização demonstrou ser “*a melhor solução para os*

⁴⁵ Se até à data todos os processos envolviam somente a energia motora do homem e a energia da combustão de biomassa, com a exploração dos combustíveis fósseis a pegada carbónica destes processos aumenta drasticamente a energia incorporada destes materiais que vieram contribuir significativamente para a contaminação biosférica.

requisitos estruturais, construcionais e económicos da habitação maciça.” (Gössel & Leuthäuser, 2001, p. 257), destacando-se o projecto *Unité d’Habitación* (1952) de Le Corbusier (1887 – 1965), um grande complexo habitacional que Mumford (1957) descreveu como “*uma extravagância egocêntrica, tão imponente como uma pirâmide egípcia e ... humanamente falando, tão desabrigada quanto esta*”. (apud Gössel & Leuthäuser, 2001, p. 263)

Por sua vez, o ferro já havia sido utilizado inúmeras vezes em trabalhos de construção mas somente em pequenos elementos auxiliares, como tirantes e lintéis. É na segunda metade do século XVIII que se faz a primeira construção usando o ferro como material autónomo para a edificação de uma ponte em Coalbrookdale, mas é somente no início do século XIX que este material se populariza e dá origem à proliferação da indústria do ferro e, paralelamente, da indústria do vidro (Gössel & Leuthäuser, 2001).

Assim, a nova tecnologia vem mudar drasticamente não só a concepção do Homem sobre o mundo e a natureza, mas, acima de tudo, a sua capacidade de o transformar. Os métodos de construção tradicionais são substituídos por métodos industrializados, considerados mais económicos e onde a quantidade é valorizada em detrimento da qualidade. O resultado é um esquecimento gradual dos princípios e técnicas de construção vernaculares, que surgiam como fruto de um conhecimento milenário e, conseqüentemente, num aumento exorbitante da pegada ecológica da Humanidade já que “*quanto mais industrializada era uma sociedade, menor era a cultura ambiental dos seus elementos.*” (Alves & Caeiro, 1998, p. 70).

Com o abandono dos campos e a troca do trabalho agrícola pelo trabalho fabril, o Homem deixa de cuidar do campo e o ‘amor’ pela terra vai-se perdendo assim como a consciência da sua dependência sobre a mesma. Assiste-se a uma ruptura do desenvolvimento sustentável milenar entre o Homem e a Natureza que se reflecte através da quebra do funcionamento eco-sistémico dos centros urbanos já que a nova actividade produtiva consome os recursos de forma desmedida e gera concentrações exorbitantes de resíduos urbanos industrializados dando origem ao metabolismo linear de produção (**Gráfico 8**) (Alves & Caeiro, 1998).



Gráfico 8 - Representação esquemática do metabolismo linear do processo produtivo industrial. Adaptado de Alves e Caeiro (1998)

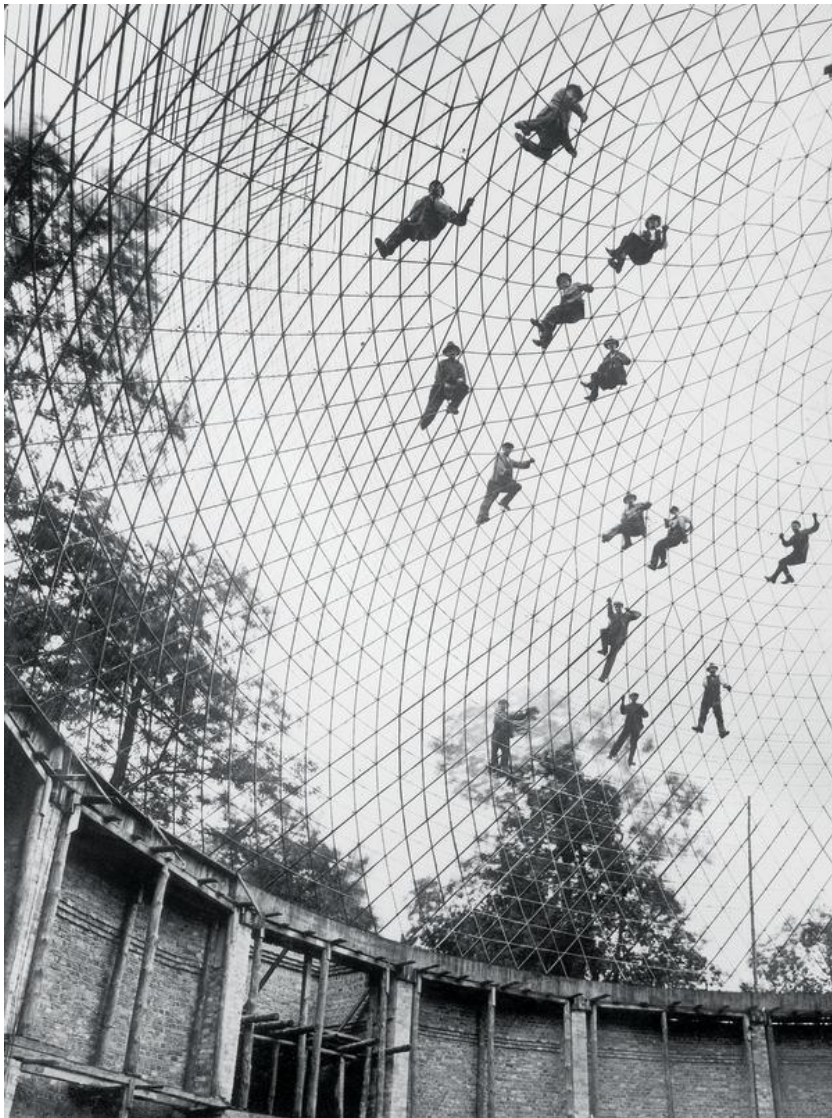


Figura 43 - A implementação do betão armado. Hildebrand e Günthel, Drenckhahn & Sudhop. Moinho Roland, em Brema 1910.

Figura 44- Walter Bauersfeld, Dyckerhoff & Widmann. Planetário em Jena, 1924-1925.