



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA
DO PORTO

Jardins Verticais - um contributo para os espaços verdes urbanos e oportunidade na reabilitação do edificado

Rogério Bastos de Sousa

Porto, 2012

Proposta de TFM – Trabalho Final de Mestrado submetido à Universidade Lusófona do Porto como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Arquitectura no curso de Mestrado Integrado em Arquitectura.

Orientador:

Prof. Doutora Arquiteta Dulce Marques de Almeida

Agradecimentos

Agradeço àqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação. A todos eles, o meu sincero agradecimento.

À minha orientadora, Prof. Doutora Architecta Dulce Marques de Almeida, por toda a disponibilidade e orientação prestada. Pelo apoio incondicional e compreensão que sempre manifestou.

A todos os professores que ao longo destes 5 anos contribuíram com o seu saber para a minha formação. Destes destaco o Professor Doutor Architecto José da Costa pela informação disponibilizada no início desta dissertação.

Ao Eng.º José António Ferreira da “Domus Social” por todos os esclarecimentos acerca dos bairros sociais do Porto.

Ao arquiteto Rui Losa do IHRU (Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana) pela informação cedida relativamente aos bairros sociais do Porto.

À Delfina Oliveira pelo material fornecido relativamente aos bairros sociais do Porto, mas sobretudo pela paciência que teve para comigo.

A todos os meus amigos pelo apoio e preocupação. Um especial agradecimento para o Júnior pelo seu companheirismo, mas sobretudo pela colaboração nas fotomontagens. Ao Alexis pela contribuição com o seu “francês”, contributo valioso na tradução de texto para este trabalho.

Por último, os agradecimentos mais importantes. À minha família e à minha namorada. À minha família pelo apoio moral, pelo carinho e pelo esforço financeiro. A ti Gabriela, pelos momentos que não te acompanhei nos primeiros tempos da tua vida.

A ti Lisandra, pela tua ajuda, pelo carinho e incentivo nos momentos mais difíceis.

Resumo

O Homem tem privilegiado a vida no meio urbano, em detrimento do rural, por mais oportunidade de emprego e melhores condições de vida. As cidades cresceram de forma acelerada, sobretudo depois da Revolução Industrial do século XVIII, crescimento sem controlo, repercutindo-se num desajustado planeamento urbano, ambiental, humano, social e económico. De uma forma, as paisagens verdes e naturais, foram substituídas por densas manchas cinzentas de construção, criando afastamento crescente do Homem com a Natureza.

Os Jardins Verticais poderão ter um papel fundamental revestindo de forma verde e natural as fachadas dos edifícios, numa tentativa de colmatar o afastamento entre ambos. Para além destes aspectos, os Jardins Verticais proporcionam inúmeras vantagens para o edifício, de que se destacam a eficiência energética e acústica, a protecção da estrutura do edificado ou a melhoria da qualidade do ar interior. Estes também importantes para a envolvente, como na redução do efeito ilha de calor, no aumento da biodiversidade, na melhoria da qualidade do ar exterior, mas sobretudo porque proporcionam ao Homem uma sensação de saúde e conforto, exclusivo da Natureza.

Tendo em conta o estado de degradação do edificado nas grandes cidades, e tomando como exemplo particular a cidade do Porto, o recurso aos Jardins Verticais poderá ser uma solução viável para a reabilitação urbana, mudando a imagem de degradação, propondo uma imagem mais “verde” e contribuindo para o nível de sustentabilidade.

Partindo deste pressuposto, propõe-se como aplicação do conhecimento adquirido no estudo desenvolvido e aqui apresentado, o recurso a Jardins Verticais como estratégia de reabilitação de edifícios da cidade do Porto. Inspirado na técnica e mestria de Patrick Blanc, resultou um “pormenor-tipo”, como base para a aplicação de Jardins Verticais no edificado social da cidade, experimentado em 10 estudos práticos, tirando-se partido das vantagens supra-mencionadas.

Palavras-chave: Ambiente, Espaço Verde, Sustentabilidade, Jardim Vertical, Reabilitação.

Abstract

Man has privileged life in urban rather than rural because that ensures employment opportunities and better living conditions. Cities grew rapidly, especially after the Industrial Revolution of the century XVIII, without any control, leading to an inadequate urban plan, environmental, human, social and economic. Someway, the natural green landscapes were replaced by dense gray stains of buildings, creating a growing distance between Man and Nature.

The Vertical Gardens can play a key role, coating of natural green the facades of our buildings, in an attempt to finish the separation between both. Besides, Vertical Gardens provide numerous advantages to the building, like the energy and acoustic efficiency, the protection to the structure of the building or the improvement of indoor air quality. These are also important for urban surroundings, in reducing the heat island effect, increasing biodiversity, improving outdoor air quality, but above all because they provide Man a sensation of the health and comfort, exclusive of Nature.

Considering the degradation of buildings in major cities, taking as particular example Porto city, recourse to Vertical Gardens can be a viable solution to urban rehabilitation, changing the image of urban degradation, proposing a more "green" landscape and contributing to the sustainability level.

Thus, it is proposed as an application of the knowledge acquired on the study developed and presented here, the use of Vertical Gardens as a strategy for rehabilitation of buildings in Porto city. Inspired in Patrick Blanc mastery and technique, it results a "pormenor-standard", as a base to application of Vertical Gardens in buildings of social habitation, that "pormenor-standard" has been experimented in 10 practical studies, taking advantage of the above mentioned.

Keywords: Environment, Green Space, Sustainability, Vertical Garden, Rehabilitation.

Índice

Capítulo I

1. Introdução	1
1.1. Tema e seu âmbito	1
1.2. Objectivos	1
1.3. Metodologia	2
1.4. Motivação	2

Capítulo II

2. Contextualização do tema.....	4
2.1. Evolução urbana e origem dos problemas ecológicos da actualidade.....	4
2.2. A cidade e seus espaços verdes.....	6
2.2.1. Exemplos de criações “verdes” nos centros urbanos.....	8
2.2.2. Ebenezer Howard e a sua teoria de “Cidade-Jardim”.....	11
2.2.3. A Carta de Atenas como resposta à degradação do espaço verde urbano.....	14
2.2.3.1. A 1ª Carta de Atenas de 1933 e as suas soluções “verdes”	14
2.2.3.2. A 2ª Carta de Atenas de 1941 e as ideias “verdes de Le corbusier.....	15
2.2.4. O conceito do plano Voisin de Le Corbusier para Paris e a experiência da Unidade Habitacional de Marselha.....	16
2.3. O contributo do espaço verde urbano na Ecologia	18
2.3.1. A “ilha de calor urbano” e a acção do Homem.....	28
2.3.2. A “ilha de calor urbano” e consequências para a saúde pública.....	29
2.4. Arquitectura, Urbanismo e Sustentabilidade.....	30
2.4.1. A sustentabilidade do edificado em Portugal e o contributo dos Jardins Verticais.....	31
2.5. Origem e História dos Jardins Verticais.....	35
2.6. Hidroponia e sua importância para o desenvolvimento dos Jardins Verticais.....	40
2.6.1. Evolução da prática da Hidroponia.....	40
2.6.2. Características da Hidroponia e sua importância.....	42
2.6.3. Hidroponia no contexto dos Jardins Verticais e relação com Patrick Blanc....	44

Capítulo III

3. Jardins Verticais.....	47
3.1. O que são os Jardins Verticais.....	47
3.2. Vantagens e desvantagens dos Jardins Verticais	47
3.2.1. Benefícios públicos.....	49
3.2.2. Benefícios privados.....	51
3.3. Políticas de incentivo aos Jardins Verticais e lições para Portugal.....	56
3.4. Jardins Verticais no contexto da Arquitectura Contemporânea.....	58
3.5. Tipos de Jardins Verticais.....	62
3.5.1. Fachadas Verdes.....	64
3.5.1.1. Fachadas Verdes plantadas no solo.....	64
3.5.1.2. Fachadas Verdes em caixas de substrato.....	67
3.5.2. Paredes Vivas.....	68
3.5.2.1. Sistemas produzidos <i>in situ</i>	69
3.5.2.2. Sistemas pré-fabricados.....	75
3.6. Sistemas de rega utilizados nos Jardins Verticais.....	79
3.6.1. Sistemas de rega para Fachadas Verdes.....	80
3.6.2. Sistemas de rega para Paredes Vivas.....	81
3.6.2.1. Sistemas de rega para paredes vivas pré-fabricadas.....	81
3.6.2.2. Sistemas de rega para paredes vivas <i>in situ</i>	82
3.7. Manutenção de Jardins Verticais.....	83
3.7.1. Manutenção de uma Fachada Verde.....	83
3.7.2. Manutenção de uma Parede Viva.....	85
3.7.2.1. Adição de nutrientes.....	85
3.8. Aspectos a ter em conta na selecção das plantas para Jardins Verticais.....	87
3.8.1. Factores que interferem na escolha das plantas.....	88
3.8.1.1. Factores impostos pelos sistemas adquiridos.....	88
3.8.1.2. Factores impostos pelo clima e condições adversas.....	89
3.8.2. Escolha das plantas tendo em conta o tipo de Jardim Vertical.....	90
3.8.2.1. Selecção de plantas para Fachadas Verdes.....	90
3.8.2.2. Selecção de plantas para Paredes Vivas.....	92

Capítulo IV

4. Casos de Referência.....	94
4.1. 1º Caso de referência – Natura Towers.....	94
4.1.1. A sua Arquitectura.....	95
4.1.2. Preocupações energéticas e ambientais.....	97
4.1.2.1. Optimização da pele do edifício.....	97
4.1.2.2. Aposta nas energias renováveis.....	98
4.1.2.3. Aproveitamento das águas.....	99
4.1.2.4. Núcleos vegetais verticais.....	99
4.1.2.5. Uma visão com futuro.....	101
4.1.2.6. Certificado energético e reconhecimento através de prémios.....	101
4.2. 2º Caso de Referência – Green Box.....	103
4.2.1. A sua Arquitectura	105
4.2.2. Preocupações energéticas e ambientais.....	107
4.2.3. Jardins Verticais e o seu contributo sustentável.....	108
4.2.3.1. Sistema de Jardim Vertical adoptado.....	108
4.2.3.2. Vantagens e desvantagens da Parede Viva adoptada.....	110
4.2.3.3. O contributo da Parede Viva para a sustentabilidade do edifício.....	111
4.3. 3º Caso de Referência – Quai Branly.....	113
4.3.1. Enquadramento urbano do Quai Branly.....	114
4.3.2. A sua Arquitectura.....	115
4.3.3. Estrutura verde adoptada na sua fachada Norte.....	118
4.3.3.1. Características da Parede Viva de Patrick Blanc.....	119
4.3.3.2. Resultados obtidos da Parede Viva.....	121

Capítulo V

5. Caso Prático.....	126
5.1. Os Jardins Verticais como reabilitação dos bairros sociais do Porto.....	126
5.1.1. Breve história e origem dos bairros sociais do Porto.....	127
5.1.1.1. A revolução industrial do século XIX e o aparecimento das “ilhas”..	127
5.1.1.2. Do Plano de Melhoramento de 1956 até ao bairro actual.....	133
5.1.2. O estado actual do edificado social do Porto.....	137
5.1.3. Os Jardins Verticais como proposta à reabilitação do edificado social do Porto.....	142
5.1.3.1. Bairro de Santa Luzia e suas características.....	143

5.1.3.2. Bairro de Contumil e suas características.....	146
5.1.4. Interpretação do conceito usado por técnicos de reconhecido mérito.....	149
5.1.4.1. Sistema de rega adoptado nas estruturas “verdes” propostas.....	157
5.1.5. Outros exemplos da aplicação de Jardins Verticais.....	158
5.1.5.1. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Carvalhido.....	158
5.1.5.2. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Outeiro.....	161
5.1.5.3. Aplicação de Jardins Verticais no bairro da Agra do Amial.....	163
5.1.5.4. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Carriçal.....	165
5.1.5.5. Aplicação de Jardins Verticais no bairro de Fernão Magalhães.....	167
5.1.5.6. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Regado.....	168
5.1.5.7. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Bom Pastor.....	171
5.1.5.8. Aplicação de Jardins Verticais no bairro da Mouteira.....	173

Capítulo VI

6. Conclusão.....	176
-------------------	-----

Bibliografia.....	179
--------------------------	------------

Índice de Figuras

Figura 1 - Mapa do mundo com as primeiras civilizações que apareceram na Terra (Retirado de: Fundação Victor Civita, 2003).....	4
Figura 2 - Bairro operário em Inglaterra no século XIX. Era da cidade industrializada (Retirado de: Serrano, 2009).....	5
Figura 3 - Aspecto do jardim Renascentista “Villa d’Este, Tivoli” em Itália, com destaque para a organização da sua vegetação (Retirado de: Nunes, 2007.....	7
Figura 4 - Aspecto da simetria e uso das formas curvas do Jardim Francês (Retirado de: Nunes, 2007).....	7
Figura 5 - Aspecto do “jardim Inglês” “Stourhead” em Inglaterra. Primeiro projectado para o uso público e com características de parque urbano (Retirado de: Nunes, 2007).....	8
Figura 6 - Aspecto dos Champs Élysées em Paris, ideia do urbanista Haussmann em 1870, onde se procurava a implementação de espaços verdes no “coração” da cidade (Retirado de: Palagret, 2007).....	9
Figura 7 - Central Park em Nova York (Retirado de: www.saladarock.com.br).....	10
Figura 8 - Hyde Parque em Londres (Retirado de: www.chacomleite.com , 2011.....	10
Figura 9 - Esquema da “cidade jardim de Ebenezer Howard (Retirado de: Bergamo, 2003).....	11
Figura 10 – Letchworth - A primeira “cidade-jardim” segundo as teorias de Howard (Retirado de: www.skyscrapercity.com).....	12
Figura 11 – Welwin - a segunda “cidade jardim” (Retirado de: verdadessurbanas.blogspot.pt , 2012).....	13
Figura 12 - Desenho de Le Corbusier que retrata a importância do “verde” na paisagem da cidade moderna (Retirado de: Andrade I. E.-J., 2010).....	15
Figura 13 - Desenho de Le Corbusier que exprime o seu modelo de paisagem urbana, sempre com destaque para o seu conceito de verticalidade do edificado envolvido por áreas verdes (Retirado de: Andrade I. E.-J., 2010).....	16
Figura 14 – Plano Voisin de Le Corbusier, o qual previa arrasar com parte do edificado existente e no seu local construir enormes torres envolvidas em áreas verdes (Retirado de: http://sinverguenzapublica.blogspot.pt/).....	17
Figura 15 - Implantação e corte transversal da Unidade Habitacional de Marselha. Destaque para a sua relação com o espaço verde envolvente, potenciado pela sua continuidade através da elevação do edifício pelos "pilotis" (Retirado de: Davi, 2009).....	17
Figura 16 - Transformação da Natureza pelo Homem (Retirado de: http://gestaoambientalvida.blogspot.pt , 2010).....	19

Figura 17 - Número de fogos licenciados e concluídos no período de 1995 a 2010 em milhares (Retirado de: Instituto Nacional de Estatística, 2011)	24
Figura 18 - Variabilidade da temperatura máxima em Portugal Continental (comparação com a normal 1971-2000) (Retirado de: Instituto Nacional de Estatística, 2011).....	29
Figura 19 - Distribuição diária do número total de óbitos no período de 1 de Julho a 30 de Agosto (anos de 2000, 2001 e 2003 (Retirado de: Botelho, Catarino, Carreira, & Calado, 2004).....	30
Figura 20 - A arquitectura da actualidade dever-se-á preocupar com o conforto do ocupante, mas sobretudo com o impacto do edificado no meio ambiente (Retirado de: Mourão & Pedro, 2005).....	31
Figura 21 - Os Jardins da Babilónia foram a primeiro exemplo mais relevante onde se usaram os Jardins verticais (Retirado de: www.portalsaofrancisco.com.br).....	35
Figura 22 - As TurffHouses surgiram na Islândia com o intuito de lutar contra as condições climáticas adversas (Retirado de: Brown, 2008).....	36
Figura 23 - O povoado Viking L’Anseaux Meadows, no Canadá também se caracteriza pelo emprego dos Jardins verticais (Retirado de: www.profimedia.si).....	37
Figura 24 - “Cidades Jardim” propostas por Ebenezer Howard, que pretendia que a cidade e o campo se fundissem (Retirado de: Wassall, 2009).....	38
Figura 25 - A casa Sheu projectada por Adolf Loos no séc. XX tornou-se num ponto de referência na Europa tendo em conta o emprego de vegetação numa das suas fachadas (Retirado de: www.vitruvio.ch , 2009).....	39
Figura 26 - Square Vine em Bordeaux, criação de um Jardim Vertical por Patrick Blanc num parque público infantil em 2005 (fotografia pelo autor).....	40
Figura 27 - Leonardo Da Vinci terá sido o primeiro ser humano a preocupar-se com questões hidrópicas, no entanto esta técnica já surgia até então de forma natural (Retirado de: www.google.com).....	41
Figura 28 - Como crescem as plantas no solo através de microscópio (Retirado de: www.biotechure.uk.com).....	42
Figura 29 - Como as plantas crescem através de sistemas hidrópicos (Retirado de: www.biotechure.uk.com).....	43
Figura 30 - Patrick Blanc foi o primeiro a usar os sistemas hidrópicos nas paredes vivas (Retirado de: Hohenadel, 2007).....	45
Figura 31 - Ponte Max Juvenal em Provence, França de Patrick Blanc , onde em 2008 lhe foi aplicado um jardim vertical hidrópico (Retirado de: Blanc,2011).....	46
Figura 32-:Concentração média de CO2 num parque de estacionamento (Stuttgart-Vaihingen) em parede com ou sem vegetação (Adaptado de: Ottelé, 2011).....	49
Figura 33 - alguns dos benefícios dos Jardins verticais no contexto da cidade (retirado de: Hopkins, Goodwin, Milutinovic, & Andrew, 2010).....	51

Figura 34 - Os jardins Verticais funcionam como barreira térmica para o edifício (Retirado de: Hopkins, Goodwin, Milutinovic, & Andrew, 2010).....	54
Figura 35 - Fachada com aplicação de vegetação em a) e seus resultados através de uma câmara de infra-vermelhos a uma temperatura de 21°C (Retirado de: Ottelé, 2011).....	55
Figura 36 - O edifício de Herzog & Meuron rapidamente ganhou destaque no panorama da arquitectura contemporânea, sendo uma imagem de marca de Madrid (Retirado de: Vialard, 2010).....	59
Figura 37 - É um dos edifícios mais conhecidos de Jean Nouvel, sendo a sua Parede Viva o elemento característico do Projecto (Retirado de: Barahona, 2009).....	59
Figura 38 - um pouco por todo o planeta a arquitectura procura nos Jardins Verticais uma razão de expansão e reconhecimento como é o caso do Mass Studies em Seul (Retirado de: Barahona, 2009).....	60
Figura 39 - No Chile, este destaca-se pela utilização de Fachadas verdes plantadas em caixas de substrato em 3 níveis (Retirado de: www.plataformaarquitectura.cl).....	60
Figura 40 - Em Portugal, as Natura Towers foram o primeiro edifício a conseguir a classificação energética A+, através das suas características das quais os Jardins verticais também contribuem, facto que o transporta para o panorama da arquitectura mundial (Retirado de:MSF, s.d.).....	61
Figura 41 - Relação dos tipos de Jardins Verticais segundo: Archer, 2011; Florentino, 2011; Ottelé, 2011; Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011(Desenhado pelo autor)	62
Figura 42 - Os 4 tipos de Fachada verde: a) auto apego; b) com dependência da parede; c) em caixa de substrato de 1 nível e d)caixa de substrato de 2 ou mais níveis (Desenhado pelo autor).....	64
Figura 43 - Exemplo de planta que dispensa estruturas de suporte, sendo a rugosidade da parede suficiente para o seu desenvolvimento (Retirado de: Ottelé, 2011).....	65
Figura 44 - 2 exemplos de fachada verde: a) através de painel modular (Retirado de: Mir, 2011); b) através de sistema de cabos (Retirado de: GreenRoofs, 2008).....	66
Figura 45 - Sistema de malha aplicado na parede que servirá de suporte á planta (Retirado de: Carl Stahl , 2008).....	66

Figura 46 - Crescimento das plantas através de um sistema de cabos em aço (Retirado de: Carl Stahl , 2008).....	67
Figura 47 -Sistemas de caixa de substrato de diferentes níveis: a) 1 Nível (Retirado de: www.mixstones.com.br, 2012); b) vários níveis, como é exemplo o edifício Consórcio Sede em Santiago do Chile (Retirado de: www.plataformaarquitectura.cl).....	68
Figura 48 - Aspecto de uma Parede viva no museu de Quai Branly em Paris do Botânico Patrick Blanc (Retirado de:Vialard, 2010).....	69
Figura 49 - Interessante composição de cores e texturas na fachada do edifício Caixa Fórum em Madrid do botânico Patrick Blanc (Retirado de: Vialard, 2010).....	70
Figura 50 - Corte explicativo de uma Parede Viva Hidrópica (Retirado de: Garrido, 2011)...	70
Figura 51 - Fases construtivas de uma Parede Viva: a) desenho sobre o feltro para a aplicação de diversas espécies; b) plantação através de pequenos orifícios no feltro (Retirado deVialard, 2010).....	71
Figura 52 - Corte explicativo de uma Parede Viva de Substrato ligeiro: (Retirado de: Garrido, 2011).....	72
Figura 53 - Corte explicativo de uma Parede Viva tipo Muro Cortina: (Retirado de: Garrido, 2011).....	74
Figura 54 – a) Caixas de substrato do sistema Ecoparede já plantadas, prontas a colocar na parede; b) Esquema demonstrativo do sistema Ecoparede, á base de caixas de substrato, que inclui sistema de reutilização de água da rega (Retirado de: Ecotelhado, s.d.).....	76
Figura 55 - Esquema explicativo do sistema Wallgreen, á base de suportes plásticos, onde se verifica ainda o seu sistema de rega com reutilização da água (Retirado de: Wallgreen, s.d.).....	77
Figura 56 - esquema de montagem do sistema Fytowall em painéis de alumínio pré fabricados (Retirado de: Fytowall, 2010).....	78
Figura 57 - Unidade de tijolo cerâmico Wall Green Ceramic e o seu sistema de rega incorporado e imagens de Jardins Verticais conseguidos com este sistema (Retirado de: D'Addezio, s.d.).....	78

Figura 58 - Esquema explicativo de um sistema de rega com aproveitamento de águas pluviais, onde estas são tratadas antes do processo: (Retirado de: Gerhardt & Vale, 2010).....	80
Figura 59 - Ponto de gotege com regulação, para um melhor controlo da quantidade e frequência de água usada na rega (retirado de: Groult, 2008).....	81
Figura 60 - A água é libertada na parte superior da Parede Viva, onde por gravidade chega a todos os compartimentos (Retirado de: Mir, 2011).....	81
Figura 61 - Tubo de abastecimento de rega escondido por de trás do feltro de plantação (Retirado de: Vialard, 2010)	82
Figura 62 - sistema de rega pouco vulgar, usado no edifício Harmonia 57 em São Paulo (Retirado de: Barahona, 2009).....	82
Figura 63 - A poda é uma das principais manutenções das Fachadas Verdes (Retirado de: Irwin, 2010).....	84
Figura 64 - A solução nutritiva deverá ser devidamente calculada, conforme as necessidades das plantas (Retirado de: Groult, 2008).....	85
Figura 65 - a substituição de plantas é um processo comum às Paredes Vivas (Retirado de: Groult, 2008).....	86
Figura 66 - Sugestão de apresentação de uma Parede Viva, onde é possível fazer interessantes composições, através das diferentes características das plantas (Retirado de: Groult, 2008).....	88
Figura 67 - Diferentes estruturas implicam a escolha de diferentes espécies de plantas: a) sistema de Fachada Verde em painéis modulares obriga a uma planta trepadeira (Retirado de: Greenscreen, 2011); b) sistema de Parede Viva executada <i>in situ</i> obriga a plantas adaptáveis a condições de limitação de substrato (Retirado de: Groult, 2008).....	89
Figura 68 - A exposição a factores climáticos adversos como o gelo pode interferir no tipo de plantas a eleger para a realização de um Jardim Vertical (Retirado de: Groult, 2008).....	90
Figura 69 - As Natura Towers são o primeiro edifício de escritórios em Portugal com preocupações de sustentabilidade e emprego de vegetação nas suas fachadas (Retirado de: Natura Towers, 2011).....	94

Figura 70 - dados do promotor dos edifícios relativamente á poupanças energéticas anuais (Retirado de: Natura Towers).....	95
Figura 71 - desenho explicativo da volumetria das Natura Towers, onde se percebe o envasamento comum às duas torres (Retirado de: Baião, 2010).....	95
Figura 72 - desenho explicativo das Natura Towers, onde se percebe a fragmentação do espaço central correspondente aos acessos verticais e espaços de apoio aos escritórios, revestidos por Parede Viva (Retirado de: Baião, 2010).....	96
Figura 73 - desenho explicativo das Natura Towers, onde são perceptíveis os módulos de 4x1m da fachada com diferentes composições de forma aleatória (Retirado de: Baião, 2010).....	96
Figura 74 - A fachada dupla na presença de vegetação no seu interior permite um controlo exemplar na temperatura do ar (Retirado de: Natura Towers, 2011).....	97
Figura 75 - As fachadas modulares com forte exposição solar possuem pontualmente painéis fotovoltaicos(8 por piso), assim como vegetação à base de trepadeiras em sistemas de fachada verde, no interior da caixa de ar (Retirado de: Arruda, 2011).....	98
Figura 76 - As fachadas verdes são uma constante de forma aleatória ao longo das fachadas das Natura Towers (Retirado de: Natura Towers).....	99
Figura 77 - As paredes vivas são uma constante no envasamento das torres, mas sobretudo numa faixa central correspondente ao miolo da torre onde estão os acessos verticais, a toda a altura da fachada (Retirado de: Natura Towers, 2011).....	101
Figura 78 - A Green Box, onde se destaca o seu Jardim Vertical, assim como a sua cobertura inclinada e ajardinada (Retirado de: Garrido, www.archilovers.com , 2009).....	103
Figura 79 - Aspecto verde da Green Box, onde se destaca a sua cobertura inclinada, como continuação do jardim, e o seu Jardim Vertical na torre central do edifício (Retirado de: Laylin, 2009).....	104
Figura 80 - A Green Box é uma estrutura totalmente pré fabricada e com a possibilidade de facilmente se remover e mudar de lugar (Retirado de: Garrido, www.archilovers.com , 2009).....	105

Figura 81 - Na Green box são diversos os elementos que contribuem para a sua sustentabilidade, desde a sua cavidade inferior, á sua cobertura ajardinada mas sobretudo a sua torre revestida por vegetação, tanto no interior como no exterior (Retirado de: Garrido, www.archilovers.com, 2009).....	106
Figura 82 - Para além dos Jardins Verticais, destacam-se outros elementos sustentáveis no edifício, como os painéis solares e a forte exposição solar a Sul (Retirado de: Laylin, 2009).....	107
Figura 83 - Esquema do sistema de parede viva (Jardim Vertical com substrato ligeiro desmontável) usado na Green Box (Retirado de: Garrido, 2011).....	109
Figura 84 - Corte do edifício onde se verificam as questões sustentáveis do edifício no Inverno. Destaque para a parede viva interior e exterior (Retirado de: Garrido, 2011).....	111
Figura 85 - Corte do edifício onde se verificam as questões sustentáveis do edifício no Verão. Destaque para a parede viva interior e exterior (Retirado de: Garrido, 2011).....	112
Figura 86 - O museu Quai Branly em Paris tornou-se uma imagem de marca na cidade, pela sua influente parede viva do botânico francês Patrick Blanc (Retirado de: Blanc, 2012)....	113
Figura 87 - Quai Branly e a sua importante envolvente parisiense, onde se destaca a Torre Eiffel e o rio Sena, assinalados pelos vértices do triângulo a amarelo (Retirado de: www.maps.google.pt, 2012).....	115
Figura 88 - fragmentação do edifício em 4 partes, através da sua diferente arquitectura e das diferentes funções que contempla. A parede viva da autoria de Patrick blanc encontra-se no 2º fragmento, correspondente á parte administrativa do museu (Retirado de: Quai Branly, 2006).....	116
Figura 89 - Nesta parte do museu, destaque para a parede viva, assim como para a curvatura da fachada e seus vãos de generosas dimensões (Retirado de: Lee, 2011).....	117
Figura 90 - Desde o início que Jean Nouvel pretendia um edifício protegido pela vegetação e a colaboração com Patrick Blanc resultou no transporte de uma enorme vertente verdejante para o interior da cidade (Retirado de: Blanc, 2012).....	118
Figura 91 - Aspecto colorido e rugoso da parede viva do museu (Retirado de: Velazquez, 2011).....	119

Figura 92 - A água desce por gravidade através do seu sistema por goteje, onde na parte inferior da parede é recolhida para novo ciclo (Retirado de: Velazquez, 2011).....	120
Figura 93 - Desenho de Patrick Blanc com a composição natural da sua parede viva do museu Quai Branly (Retirado de: Reuthal, 2009).....	121
Figura 94 - Numa primeira abordagem, parece que a imagem natural da parede viva do museu é capaz de surpreender, não deixando indiferente quem por ali passa (Retirado de: Blanc, 2012).....	122
Figura 95 - Esteticamente foi conseguida harmonia entre a arquitectura e a vegetação, proporcionando-se ainda uma agradável sensação tropical no coração de Paris (Retirado de: Velazquez, 2011).....	123
Figura 96 - Algumas plantas da parede encontram-se mortas, por causa de eventuais falhas no sistema de rega (Retirado de: Velazquez, 2011).....	124
Figura 97 - O Porto industrializado do século XIX (Retirado de: http://gallobar.blogspot.pt).....	126
Figura 98 - 4 modelos distintos de tradicionais ilhas no Porto (Retirado de: Pereira, 2003).....	128
Figura 99 -Planta e alçado respectivamente das típicas habitações da classe média, com destaque para as diferentes soluções de acesso para o interior do lote e respectivas ilhas (Retirado de: Pereira, 2003).....	129
Figura 100 - aspecto da galeria de acesso às habitações numa tradicional ilha do Porto no século XIX (Retirado de: Teixeira, 1994).....	130
Figura 101 - Planta da cidade do Porto, com a localização dos principais bairros sociais, construídos entre 1901 e 1956 (Retirado de: Matos, 1994).....	130
Figura 102 - Planta do Porto com o levantamento em 1940, com a quantidade e localização do número de ilhas (Retirado de: Matos, 1994).....	131
Figura 103 - Imagem actual do primeiro bairro social de habitação colectiva construído em 1940 (Retirado de: http://doportoenaoso.blogspot.pt).....	133
Figura 104 - O bairro da Mouteira construído em 1988, é um exemplo de bairro social do Porto, construído no pós Plano de Melhoramentos (Fotografia pelo autor).....	135

Figura 105 - mapa dos bairros sociais da cidade do Porto (Retirado de: Martins, 2008).....	136
Figura 106 – O edificado do bairro do Carriçal sofreu uma profunda requalificação, no entanto o mesmo continua fragilizado em determinados aspectos, para os quais os jardins verticais poderiam ser uma solução válida (Fotografia pelo autor).....	138
Figura 107 – O bairro de Francos também passou por um processo profundo de reabilitação, no entanto continua com problemas de isolamento térmico e acústico, para além da carência de espaços verdes na sua envolvente (Retirado de: www.acm-silvidro.com).....	138
Figura 108 - O bairro do Regado também foi alvo de intervenção profunda, no entanto só a nível exterior, essencialmente no que confere a pintura e caixilharia (Fotografia pelo autor).....	139
Figura 109 - O bairro de Contumil encontra-se actualmente em reabilitação profunda, no entanto só em termos de edificado, o exterior manter-se-á igual (Retirado de: https://maps.google.pt).....	139
Figura 110 - O Bairro de Ramalde carece de intervenção urgente. O seu edificado encontra-se muito debilitado, assim como do seu espaço envolvente carece de requalificação vegetal (Retirado de: https://maps.google.pt).....	141
Figura 111 - No bairro do Cerco, são muitas as carências em termos de edificado, assim como espaços verdes envolventes (Retirado de: http://desinformanahora.blogspot.pt).....	141
Figura 112 - Um pouco à semelhança do que acontece com os anteriores, o bairro Falcão também carece de intervenção do seu edificado, assim como do seu espaço envolvente, visto que os seus espaços ajardinados se encontram bastante fragilizados (Retirado de: https://maps.google.pt).....	142
Figura 113 - Imagem aérea do bairro de Santa Luzia, assinalado a vermelho. Próximo de importantes vias rodoviárias como a VCI, Circunvalação ou EN14 (Retirado de: https://maps.google.pt).....	143
Figura 114 - Planta do bairro de Santa Luzia assinalado com mancha azul. Destaque para as suas 6 torres no limite Norte e assinaladas a vermelho, as quais serão alvo da possível aplicação dos jardins verticais (Fonte: C.M.Porto).....	144

Figura 115 - Planta tipo de uma das torres do bairro de Santa Luzia. Destaque para os topos quase encerrados em termos de vãos, a Norte como a Sul, reunindo-se as condições essenciais para a aplicação dos jardins verticais (Retirado de:Ferreira, 1999).....	145
Figura 116 - Aspecto da fachada poente de uma das torres do bairro de Santa Luzia. Destaque para o uso do reboco de argamassa de cimento e posterior pintura na sua fachada. Destaque ainda para a fachada voltada a Norte (à esquerda), característica pela sua quase ausência de vãos, características propicias à aplicação dos jardins verticais (fotografia pelo autor).....	146
Figura 117 – Imagem aérea do bairro de Contumil, assinalado a vermelho. Próximo de importantes vias de comunicação como a VCI e a linha férrea (Retirado de: https://maps.google.pt).....	146
Figura 118 – Planta do bairro de Contumil. Destaque para os blocos 2, 3, 4, 5, 5A, 10 e 12, assinalados a vermelho, com os seus topos orientados praticamente a Norte, ideais para a aplicação dos jardins verticais (Retirado de Pedrosa, 2010).....	147
Figura 119 – Planta tipo de um dos blocos do bairro de Contumil, onde se verifica a simplicidade dos seus espaços habitacionais, assim como dos seus acessos (Retirado de: Pedrosa, 2010).....	148
Figura 120 – Alçado tipo de um dos blocos do bairro de Contumil, característico pela simplicidade das suas formas (Fonte: IHRU).....	148
Figura 121 – Aspecto do revestimento do edificado do bairro de Contumil (retirado de: Pedrosa, 2010).....	149
Figura 122 - A aplicação dos jardins verticais nas fachadas Norte das torres do bairro de Santa Luzia, poderá funcionar como uma importante barreira térmica e acústica para o edifício, assim como contribuir para o melhoramento da qualidade do ar exterior (fotografia pelo autor).....	149
Figura 123 – Tendo em conta a presença de espaços de convívio e lazer na proximidade do edificado do bairro de Contumil, nomeadamente o campo de jogos, os jardins verticais poderão assumir um papel importante, funcionando como barreiras acústicas (Retirado de: Pedrosa, 2010).....	150

Figura 124 - A estrutura de betão das torres de Santa Luzia é extremamente simples, sendo perceptíveis os pilares e vigas quando observadas. Este facto torna-se importante na medida que simplifica a aplicação dos jardins verticais (fotografia pelo autor).....	151
Figura 125 - Pormenor construtivo da parede viva hidrópica do museu Quai Branly, com destaque para a existência de uma caixa-de-ar isolada entre a parede estrutural e a estrutura verde. a) Tubo de rega perfurado em poliuretano; b) plantas suportadas pela dupla camada de feltro; c) estrutura de aço inoxidável e consequente caixa-de-ar (Retirado de: Kaltenbach, 2008).....	152
Figura 126 – corte tipo (pormenor) da aplicação de uma parede viva hidrópica no edifício social do Porto, inspirado no conceito da parede viva hidrópica do Museu Quai Branly em Paris de Patrick Blanc. Em que: 1 – parede existente; 2 isolamento térmico a aplicar; - 3 placa de PVC; 4- estrutura do edifício em betão armado; 5 tubo do sistema de rega; 6 – estrutura da parede viva em aço inox (Desenho pelo autor).....	153
Figura 127 – Planta tipo (pormenor) da aplicação de uma parede viva na habitação social do Porto (Desenho pelo autor).....	153
Figura 128 - Imagem “cinzenta” das torres do bairro de Santa Luzia (Fotografia pelo autor).....	154
Figura 129 - Aspecto “verde” e natural das torres do bairro de Santa Luzia, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	154
Figura 130 – À esquerda o aspecto actual de uma das torres do bairro de Santa Luzia, à direita o aspecto natural depois da possível introdução da parede viva (Fotomontagem pelo autor).....	155
Figura 131 – Aspecto “cinzento” do bloco n.º 10 do bairro de Contumil (Fotografia pelo autor).....	156
Figura 132 – Aspecto “verde” e natural do bloco n.º 10 do bairro de Contumil após a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	156
Figura 133 – Imagem de uma das torres do bairro de Santa Luzia, à esquerda sem e à direita com a possível aplicação da parede viva, onde se podem verificar os vários níveis do sistema de rega (a vermelho) por goteje (fotomontagem pelo autor).....	157

Figura 134 – Alçado Norte do bloco habitacional n.º 10 do bairro de Contumil, onde se observa os vários níveis de rega a vermelho.....	158
Figura 135 - Fotografia aérea do bairro do Carvalhido, na qual se verificam algumas empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: https://maps.google.pt).....	159
Figura 136 - Empena do bairro do Carvalhido voltada a Norte, propicia para a aplicação de jardins verticais (Fotografia pelo autor).....	160
Figura 137 - Resultado “verde” e natural da aplicação de jardins verticais numa empena voltada a Norte do bairro do Carvalhido, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	160
Figura 138 - Fotografia aérea do bairro do Outeiro, na qual se verificam algumas empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: https://maps.google.pt).....	161
Figura 139 - Empenas do bairro do Outeiro voltadas a Norte, propicias para a aplicação de jardins verticais (Fotografia pelo autor).....	162
Figura 140 - Resultado “verde” e natural da aplicação de jardins verticais numa empena voltada a Norte do bairro do Outeiro através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	162
Figura 141 – Planta do bairro da Agra do Amial, o qual possui algumas das suas empenas voltadas a Norte (assinaladas a amarelo) propícias á aplicação de jardins verticais (Fonte: C.M.Porto).....	163
Figura 142 – Empena do bairro da Agra do Amial voltada a Norte, propicia para a aplicação de jardins verticais (Fotografia pelo autor).....	164
Figura 143 – Resultado “verde” e natural da aplicação de jardins verticais numa empena voltada a Norte do bairro da Agra do Amial através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	164
Figura 144 – Fotografia aérea do bairro do Carriçal, na qual se verificam algumas empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: https://maps.google.pt).....	165

Figura 145 – Empena do bairro do Carriçal voltada a Norte semi-cega, onde a aplicação de jardins verticais pode inverter a sua imagem de degradação e contribuir para o conforto térmico do edifício entre outros contributos para a envolvente (Fotografia pelo autor).....	166
Figura 146 – Resultado “verde “ e natural da empena norte do bairro do Carriçal com a aplicação de jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	166
Figura 147 – Planta do bairro de Fernão Magalhães com uma série de empenas voltadas a Norte, como se pode ver assinaladas a vermelho (Fonte: C. M. Porto).....	167
Figura 148 – Empena voltada a Norte do Bairro de Fernão Magalhães (à esquerda), com a aplicação de jardins verticais (à direita), através de fotomontagem (Fotografia e fotomontagem pelo autor).....	168
Figura 149 - Fotografia aérea do bairro do Regado, na qual se verifica uma série de topos voltados a Norte (assinalados a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: https://maps.google.pt).....	169
Figura 150 – Topo de um edifício do bairro do Regado voltado a Norte, onde a aplicação de jardins verticais pode inverter a sua imagem de degradação e contribuir para o conforto térmico do edifício entre outros contributos para a envolvente (Fotografia pelo autor).....	170
Figura 151 - Aspecto melhorado e natural dos topos Norte do bairro do Regado, com a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	170
Figura 152 – Planta do bairro Bom Pastor, onde se verificam parte das empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), propicias para a aplicação de jardins verticais (Fonte: C. M. Porto).....	171
Figura 153 – Aspecto de degradação dos topos voltados a Norte do bairro do Bom Pastor (Fotografia pelo autor).....	172
Figura 154 – Aspecto melhorado e natural dos topos Norte do bairro do Bom Pastor, com a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	172

Figura 155 - Planta do bairro Bom Pastor, onde se verificam parte das empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), propicias para a aplicação de jardins verticais (Fonte: C.M.Porto).....	173
Figura 156 - Aspecto “cinzento” das empenas do bairro da Mouteira voltadas a Norte (Fotografia pelo autor).....	174
Figura 157 - Aspecto “verde” e natural das empenas voltadas a Norte do bairro da Mouteira, com a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor).....	174

Índice de tabelas

Tabela 1 - Número de habitantes no Planeta Terra ao longo da história (Adaptado de: Fundação Victor Civita, 2003; Revkin, 2011).....	6
Tabela 2 - Exemplos de criação de espaços verdes dentro dos grandes centros urbanos com a finalidade de melhorar o ambiente urbano (Adaptado de: Bahls, 1998).....	10
Tabela 3 - Algumas das organizações ou tratados Europeus e/ou Mundiais (Tabela pelo autor).....	20
Tabela 4 - A importância das plantas e dos espaços verdes no ambiente urbano (Adaptado de: Pinho & Lopes).....	25
Tabela 5 - Alguns princípios e práticas para a sustentabilidade do edifício (Adaptado de: Mourão & Pedro, 2005).....	32
Tabela 6 - Benefícios para a envolvente de acordo com o tipo de Jardim Vertical (Adaptado de: Gerhardt & Vale, 2010).....	48
Tabela 7 - Benefícios públicos do uso de Jardins Verticais (Adaptado de: Costa, 2011; www.planetazul.pt; www.urbangrow.com).....	49
Tabela 8 - Benefícios privados do uso de Jardins Verticais (Adaptado de Costa, 2011; www.planetazul.pt; www.urbangrow.com).....	51
Tabela 9 - Economia de energia (calculada com Termo de software 8.0) para poupança energética no aquecimento da temperatura; descida da temperatura e poupança energética no arrefecimento da temperatura para clima Mediterrânico ou Temperado (Adaptado de Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011).....	54
Tabela 10 - Síntese dos Tipos de Jardins Verticais (Tabela pelo autor).....	63
Tabela 11 - Causas e eventuais consequências da falta de manutenção das Fachadas Verdes (Adaptado de: Irwin, 2010; Mir, 2011; Ottelé, 2011; Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011)..	84
Tabela 12 - Causas e eventuais consequências da falta de manutenção das Paredes Vivas (Adaptado de: Irwin, 2010; Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011; Mir, 2011; Ottelé, 2011)..	86
Tabela 13 - Exemplos de plantas comuns e adequadas para a realização de Fachadas Verdes (Adaptado de: Greenscreen, 2012; Mir, 2011; Monrovia, 2012).....	90
Tabela 14 - Tabela de plantas comuns e adequadas para a realização de Paredes Vivas (Adaptado de: Groult, 2008; Mir, 2011; Monrovia, 2012).....	92
Tabela 15 - Alguns dos prémios nacionais e internacionais na vertente da sustentabilidade conquistados pelas natura Towers (Adaptado de: casa.sapo.pt, 2011; Cristino, 2011; MSF, 2011; MSF, 2010; MSF, 2011; naturatowers.msf-turim.pt; Neto, 2011).....	102
Tabela 16 - Resumo das vantagens proporcionadas pela Parede Viva para o edifício (Adaptado de: Candia, 2009; Garrido, 2011).....	112
Tabela 17 – Resumo das vantagens públicas e privadas da parede viva do museu Quai Branly em Paris (Adaptado de: Blanc, The Vertical Garden; Guillauc, 2010; Lee, 2011; Quai Branly, 2006; Somine, 2008; Velazquez, 2011; Village, 2011).....	124
Tabela 18 - Nome do bairro e seu número de habitações, construído no período de 1974 a 1976 na cidade do porto, referente ao período do plano SAAL (Serviço de Apoio Ambulatório Local) (Adaptado de: Figueiredo s.d.).....	135

Tabela 19 - Actual estado dos bairros do Porto relativamente à sua reabilitação (Adaptado de: Domus Social; Sacramento, Silva, Neves, Câmara, & Espinheira, 2012).....	140
--	-----

Capítulo I

1. Introdução

1.1. Tema e seu âmbito

A presente dissertação é parte integrante do Trabalho Final de Mestrado Integrado do curso de Arquitectura e tem como tema: “Jardins Verticais - um contributo para os espaços verdes urbanos e oportunidade na reabilitação do edificado”.

A escolha deste tema, surge do interesse do autor pelas questões de sustentabilidade do edificado, pelo que os Jardins Verticais podem ter um contributo significativo. A aplicação de jardins nas fachadas dos edifícios é um contributo para a sustentabilidade do mesmo, nomeadamente no que respeita a gastos excessivos de matéria-prima e energia entre outros. Contribuem ainda para o aumento das áreas ajardinadas das cidades, que são cada vez mais escassas na actualidade, tendo em conta o crescimento dos aglomerados urbanos onde os espaços vegetais vão sendo substituídos por pavimentos de asfalto ou outros, ao longo do tempo (Pinho & Lopes, s.d.).

Encontrando-se a sociedade praticamente no início do séc. XXI, depara-se diariamente com questões de assuntos ecológicos, seus problemas, causas e consequências. São os denominados problemas ambientais, originados pelos maus hábitos humanos, no que diz respeito ao elevado consumo, de energia, entre outros.

De forma a inverter este problema, os Jardins Verticais serão uma forma de tornar as áreas construídas mais rentáveis, naturais e visualmente agradáveis, minimizando o efeito da poluição do ambiente urbano, devolvendo a natureza á cidade (Mir, 2011).

Este é um tema ainda pouco explorado no nosso país, onde há restrita e incompleta informação, incertezas quanto á sua relação preço/qualidade, poucos e inexplorados sistemas de ajardinar, para além das escassas propostas de ajardinamento por parte dos arquitectos.

1.2. Objectivos

O objectivo deste trabalho passa pela intenção de aprofundar o conhecimento pelo tema dos Jardins Verticais, que se assume ainda como uma incógnita para a generalidade da comunidade arquitectónica.

Pretende-se sistematizar conceitos, diferentes formas de aplicação, sistemas de rega, tipos de plantas, assim como manutenção exigida para a sua sobrevivência, para uma possível aplicação como solução para a reabilitação do edificado da cidade do Porto.

1.3. Metodologia

O autor começou por reunir informação relativa aos Jardins Verticais, de diversas fontes, desde livros, publicações, dissertações, artigos ou “sites” da internet, numa tentativa de reunir dados que demonstrem o estado da arte relativamente ao conceito de jardim, que ajudem à sua percepção e que demonstrem o seu papel na reabilitação do edificado assim como as melhorias ambientais para a envolvente.

No capítulo II faz-se uma contextualização desde a origem dos Jardins Verticais em aplicações pelos Romanos em 600 a.C. nos jardins suspensos da Babilónia até a actualidade. Refere-se ainda à falta de espaços verdes nos centros urbanos, ao desequilíbrio ecológico e às alterações climáticas, sendo também referidas necessidades de adopção de medidas ao seu combate. É também feita uma abordagem ao que se passa em países como Alemanha, Holanda ou Austrália, que atribuem vantagens fiscais ou outras de forma a promover o uso de Jardins Verticais (Mir, 2011)

No capítulo III explora-se e aprofunda-se o tema. Explica-se o que são os Jardins Verticais, faz-se a sua classificação enquanto “Fachada Verde” ou “Parede Viva”, onde e como deverão ser aplicados, técnicas utilizadas, os benefícios e desvantagens, os tipos de plantas mais adequadas a cada sistema e cada situação climática, sistemas de rega e manutenção, segundo teorias e experiências de técnicos de reconhecido mérito como Luis de Garrido e Patrick Blanc.

No capítulo IV analisam-se 3 casos de referência, as Natura Towers em Lisboa, a Green Box de Luis de Garrido em Barcelona e o museu Quai Branly em Paris. Reflete-se sobre as suas vantagens ou desvantagens, e sempre que possível com bases adquiridas nos resultados das medições técnicas, considerando-se como boas práticas do uso de Jardins Verticais.

No último capítulo aborda-se a habitação social da cidade do Porto, como uma oportunidade para a aplicação de Jardins Verticais na reabilitação do edificado e sua envolvente. Ilustra-se o potencial da aplicação desta técnica em 10 bairros sociais, com principal enfoque para o bairro de Santa Luzia e Contumil, com a finalidade de melhorar o

seu conforto térmico, a sua imagem, a melhoria da qualidade do ar envolvente assim como permitir uma aproximação do Homem com a Natureza.

1.4. Motivação

A principal motivação do autor enquanto formando em arquitectura, consiste em conceber edifícios e espaços urbanos de qualidade, tendo em conta a sustentabilidade urbana e a inter-relação com a Natureza. Enquanto cidadão, o autor preocupa-se com o crescimento insustentável das cidades, onde áreas verdes são transformadas em vias de acesso asfálticas, praças ladrilhadas ou edifícios de betão. Preocupa a “invasão” da natureza por parte do Homem... e porque não tornar o ambiente das cidades mais verde e aprazível? Porque não revestir as fachadas dos edifícios das nossas cidades de frondosas e saudáveis vegetações? Para além destas melhorarem o conforto térmico aos nossos edifícios durante os insuportáveis meses quentes de Verão e em contra-partida protege-los das indesejáveis intempéries de Inverno, com a vantagem de poupar imensa energia, dispensando sistemas de climatização. Porque não olhar para exemplos de edifícios que recorrem cada vez mais a este conceito, como os exemplos das Natura Towers em Lisboa ou o museu Quai Branly em Paris.

Há ainda um grande potencial a ser descoberto, mas os Jardins Verticais poderão desta forma aliar o prazer da natureza ao contributo para atenuar os problemas actuais como a insustentabilidade dos edifícios ou a carência de áreas verdes no meio urbano. Daí o motivo do seu estudo.

Capítulo II

2. Contextualização do tema

Como forma de contextualização do tema jardins verticais é importante referir a evolução dos aglomerados urbanos até ao seu estado actual. Expõe-se ainda as questões ecológicas e a crescente consciencialização do Homem face aos problemas ambientais e tentativa de os solucionar.

2.1. Evolução Urbana e origem dos problemas ecológicos da actualidade

O Homem surgiu à face da Terra já a alguns milhões de anos. Há 8000 anos, no oásis localizado ao longo do curso dos rios Tigre e Eufrates surgiu a Mesopotâmia em áreas de enorme potencial agrícola. Tornaram-se as primeiras sedes com as características de uma civilização urbana, logo seguidas pelas civilizações orientais da Índia e China (Abiko, Almeida, & Barreiros, 1995; Fundação Victor Civita, 2003; Netto, 2009).



Figura 1 - Mapa do mundo com as primeiras civilizações que apareceram na Terra (Retirado de: Fundação Victor Civita, 2003)

Não obstante à importância da civilização grega no desenvolvimento da Europa, foi na Antiga Roma que se formou o primeiro núcleo europeu, apresentando um alto nível de consumo e elevadas contradições ambientais, características das grandes metrópoles, pois no final do séc. I d.C., a Antiga Roma apresentava já quase 1 milhão de pessoas (Fundação Victor Civita, 2003).

Posteriormente, com a queda do Império Romano¹, no séc. V d.C., o mundo ocidental foi mudando de aspecto, decrescendo as cidades de tal forma que muitas desapareceram por completo, dando-se início á Idade Média. O enorme poder central e unificador representado por Roma perde lugar para uma organização social e económica descentralizada, denominado de sistema feudal. Este era essencialmente agrário e assentava numa produção auto-suficiente, onde os produtos destinavam-se ao consumo e não á troca como acontecera anteriormente (Abiko, Almeida, & Barreiros, 1995; Fundação Victor Civita, 2003).



Figura 2 - Bairro operário em Inglaterra no século XIX. Era da cidade industrializada (Retirado de: Serrano, 2009)

Posteriormente, no séc. XV, surgiu a cidade do renascimento. Esta caracterizou-se por grandes mudanças culturais e económicas das populações europeias, com o crescimento do comércio, através da mudança das rotas marítimas do Mar Mediterrâneo para o Oceano Atlântico. O desenvolvimento económico europeu foi assim potenciado pelo desenvolvimento da navegação marítima e posteriormente através do estabelecimento de relações comerciais entre Europa e as novas colónias, de onde vinham metais totalmente inovadores (Abiko, Almeida, & Barreiros, 1995).

Posteriormente, a História ficou marcada pela revolução industrial do séc. XVIII² e consequente criação da cidade Industrial. Associado a esta revolução vem o crescimento demográfico explosivo, primeiro das cidades inglesas, seguido das francesas e alemãs. Na 2ª metade do século XIX a população a viver nas cidades multiplicava-se por 10, graças aos progressos científicos, melhores condições de vida, criação de postos de trabalho, e consequente crescimento económico. A estrutura das cidades começa então a caminhar rumo ao que é na actualidade (Abiko, Almeida, & Barreiros, 1995).

¹ Império desenvolvido na Península Itálica no século XXVII a.C. com final no ano 476 d.C.

² Profundo conjunto de mudanças tecnológicas iniciado no Reino Unido

Entre 1800 e 1914, a população europeia triplica, passando de 180 para 460 milhões de pessoas, não contando o elevado contingente de emigração para o continente americano, manifestando-se elevada concentração da população em aglomerações, ao serviço das indústrias. A II Guerra Mundial que terminou em 1945 constituiu-se num factor de urbanização, atendendo que a sua destruição criou oportunidade de reconstrução de centros urbanos mais densos. Actualmente vivem na Europa 738 milhões de pessoas, das quais 74% vivem nas cidades, num total de 7 biliões de seres humanos, como se pode verificar pela tabela 1. Estamos perante centros urbanos densos e caóticos, onde os problemas ambientais são uma constante e se tornaram numa das preocupações da sociedade actual, onde a presença de áreas verdes no universo urbano se torna num factor essencial para a vida humana (Abiko, Almeida, & Barreiros, 1995; Revkin, 2011).

Tabela 1 - Número de habitantes no Planeta Terra ao longo da história (Adaptado de: Fundação Victor Civita, 2003; Revkin, 2011)

Ano	Número de Pessoas
8000 a.C.	5 Milhões
4000 a.C.	86 Milhões
Século I	133 Milhões
1650	500 Milhões
1825	1 Bilião
1930	2 Biliões
1950	2,5 Biliões
1975	4 Biliões
1990	5,3 Biliões
2000	6 Biliões
2011	7 Biliões

2.2. A cidade e seus espaços verdes

Como já referido, no século XVI, período do Renascimento³, a sociedade caracterizou-se por uma mudança de pensamento em relação à natureza, onde os espaços verdes passam a ser uma constante no meio urbano. Esta mudança foi impulsionada por transformações culturais, sociais e económicas, associadas á valorização da razão e da

³ Período da história europeia com início no século XIII e fim em meados do século XVII

natureza com a adoção de métodos experimentais e de observação. Passou a haver interesse por fitogeografia e hábitos de crescimento das plantas (Bahls, 1998; Ferreira A. D., 2005).

Segundo Ferreira (2005), o primeiro grande modelo de jardim surgiu no século XVI, ao qual se atribuiu o nome de “Jardim Italiano” ou Renascentista. Este caracterizava-se pela organização das suas árvores em simetria onde o seu alinhamento proporcionava ao espaço uma organização racional. Neste período começam ainda a ser planeados os

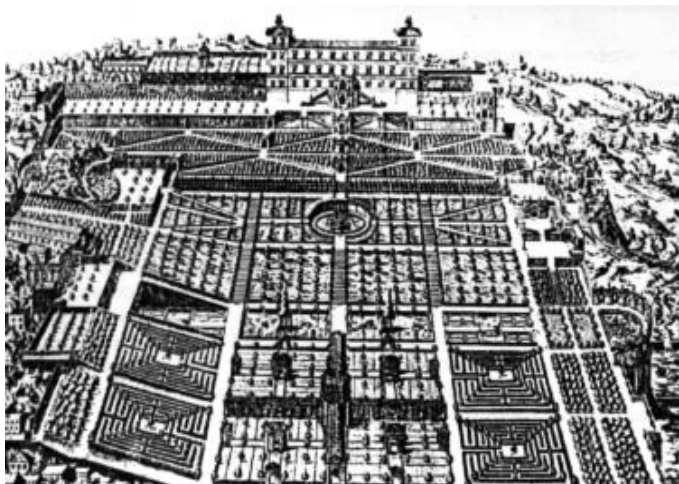


Figura 3 - Aspecto do jardim Renascentista “Villa d’Este, Tivoli” em Itália, com destaque para a organização da sua vegetação (Retirado de: Nunes, 2007)

primeiros Jardins Botânicos⁴ na Europa, de que são exemplo, o jardim Botânico de Pisa e Bolonha em Itália, Leiden na Holanda, ou Montpellier e Paris em França. Caracterizavam-se por proporcionar momentos de satisfação, através da sua configuração que envolvia as árvores. A sua localização ocorria com considerável afastamento dos centros urbanos e eram propriedade privada.

No final do século XVII o “Jardim Italiano” dá origem ao “Jardim Francês” ou Clássico. Nesta época já se verificava certo domínio da natureza por parte do Homem, o qual conseguiu determinada evolução na arte da paisagem construída. Caracterizava-se pela sua geometria e uniformidade simétrica, possuidora de linhas curvas, como se pode observar na figura ao lado, modelado com alguns relevos em forma de colinas, na proximidade de rios ou lagos extensos e grandes grupos de árvores. Mesmo com a sua evolução em relação ao anterior modelo, este era ainda do pertence de privados (Ferreira A. D., 2005).

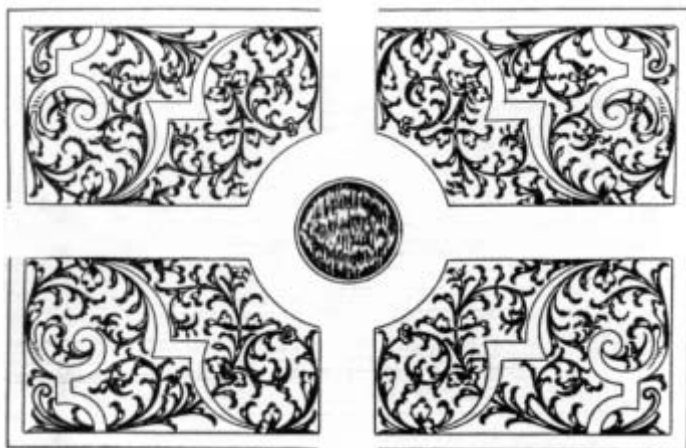


Figura 4 - Aspecto da simetria e uso das formas curvas do Jardim Francês (Retirado de: Nunes, 2007)

⁴ Jardim urbano, com surgimento no ano 1000 a.C., destinado a determinadas experiências biológicas, assim como reconhecimento e classificação de espécies vegetais

Posteriormente no século XVIII, surgem os Jardins Românticos Ingleses. Estes possuíam uma forte influência do passado clássico e surgiram como consequência da Revolução Industrial do mesmo período que provocou uma série de transformações na forma de viver das sociedades europeias, onde grandes áreas de floresta foram destruídas para dar lugar à expansão das cidades. Com isto surgiu uma urgente necessidade de reforma da estrutura verde, assim como novas ideias higienistas. Dá-se então origem ao aparecimento dos primeiros espaços ajardinados, projectados para o uso público, de que são exemplo o jardim Stourhead e o jardim botânico real de Kew em Inglaterra ou o Jardim Inglês de Munique na Alemanha. Estes eram uma inovação visto que constituíam os primeiros parques urbanos (Ferreira A. D., 2005).



Figura 5 - Aspecto do “jardim Inglês” “Stourhead” em Inglaterra. Primeiro projectado para o uso público e com características de parque urbano (Retirado de: Nunes, 2007)

Posteriormente no século XIX surgem os Jardins Contemplativos, onde a sua filosofia e estrutura era já idêntica aos jardins urbanos da actualidade. Os parques verdes urbanos finalmente ganhavam corpo na Europa. A sua base conceitual assentava num espaço livre de grande dimensão, no qual predominavam elementos naturais, assim como equipamentos de lazer. Estes pretendiam ser “pulmões” dentro do espaço urbano, já conhecidos os fortes benefícios para a saúde da população (Ferreira A. D., 2005).

2.2.1. Exemplos de criações “verdes” nos centros urbanos

Uma vez reconhecidas as vantagens dos espaços verdes nos centros urbanos, como por exemplo a criação de zonas de lazer e melhoria da qualidade do ar, surge uma série de urbanistas como Haussmann⁵ ou Proudhon⁶, pertencentes a diferentes linhas de pensamento que passaram a valorizar os mesmos (Bahls, 1998).

⁵ Georges Eugène Haussmann (França 1809-1891) - responsável pela reforma urbana de Paris do século XIX

⁶ Pierre Joseph Proudhon (França 1809-1865) - influente planeador, político e filósofo francês do século XIX

Segundo Bahls (1998), a vegetação que até ao século XVI provocava um certo receio, passou a ser encarada como um bem essencial para a vida humana nas cidades. Os passeios ao ar livre na tentativa de respirar o ar puro começam a fazer parte dos hábitos das sociedades urbanas.



Figura 6 - Aspecto dos Champs Élysées em Paris, ideia de Haussmann em 1870, onde se procurava a implementação de espaços verdes no “coração” da cidade (Retirado de: Palagret, 2007)

Surgem então uma série de urbanistas e naturalistas, defensores da implementação de vegetação nas cidades como é o caso de Proudhon que afirmava relativamente a França: "Precisamos transformar a França num vasto jardim, mesclado de pequenos bosques". Vários projectos mereceram destaque como o caso de Haussmann em Paris em 1850 e os ideais de conforto e bem-estar do Homem no espaço público do arquitecto Camillo Sitte⁷, que elaborou a teoria da cidade ideal em 1889. Os seus ideais originaram nos anos seguintes, associações de grupos de defensores dos jardins, como em Frankfurt, onde foi criada uma sociedade que defendia o embelezamento natural da cidade. (Bahls, 1998).

A tabela 2 mostra exemplos de espaços verdes criados em alguns grandes centros urbanos no século XVII, XVIII e XIX (Bahls, 1998; Ferreira A. D., 2005):

⁷ Camillo Sitte (Áustria 1843-1903) – arquitecto e historiador da arte, autor do estudo urbanístico: “Construção das Cidades Segundo seus Princípios Artísticos”

Tabela 2: Exemplos de criação de espaços verdes dentro dos grandes centros urbanos com a finalidade de melhorar o ambiente urbano (Adaptado de: Bahls, 1998)

Nome	Cidade	Ano de Criação
Hyde Park	Londres	1630
Unter den Linden	Berlin	1647
Nieuwe Plantage	Amsterdão	1682
Jardim Royal	Bordeaux	1746
Paseo del Prado	Madrid	1745
Passeio Público	Lisboa	1764
Central Park	Nova York	1858
Bois de la Cambrea	Bruxelas	1864
Passeio Público	Rio de Janeiro	1862
Champs Èlysées	Paris	1870

As figuras 7 e 8 ilustram 2 exemplos de espaços verdes em grandes centros urbanos como Londres e Nova Iorque.



Figura 7 - Central Park em Nova York (Retirado de: www.saladarock.com.)



Figura 8 - Hyde Parque em Londres (Retirado de: <http://chacomleite.com>)

A criação destes espaços verdes nos grandes centros urbanos, assim como outras formas de amenizar os problemas ambientais causados pelo crescimento desordenado das cidades continuou a ser uma constante preocupação por parte das sociedades, se bem que de uma forma lenta. No final do século XIX, Ebenezer Howard destacou-se com o seu conceito de “cidade jardim”. Na 3ª década do século seguinte, surgiu a Carta de Atenas, onde se destacou ainda o arquitecto modernista Le Corbusier.

2.2.2. Ebenezer Howard e a sua teoria da “cidade jardim”

O conceito “cidade jardim” surgiu pela primeira vez em 1898, pela autoria do urbanista inglês Ebenezer Howard, publicado no seu livro “To-morrow”. As más condições de vida nas cidades industrializadas do século XIX serviram como razão para o desenvolvimento deste conceito, apresentando a cidade jardim, uma alternativa a esses problemas. Seria necessário resolver os problemas de insalubridade, pobreza, poluição e falta de espaços verdes nas cidades, propondo dessa forma um novo modelo urbano, no qual a cidade tinha uma forte relação com o campo (Abbud, 2011; Portela, PelegriniI, Schefer, & Soter, 2011).

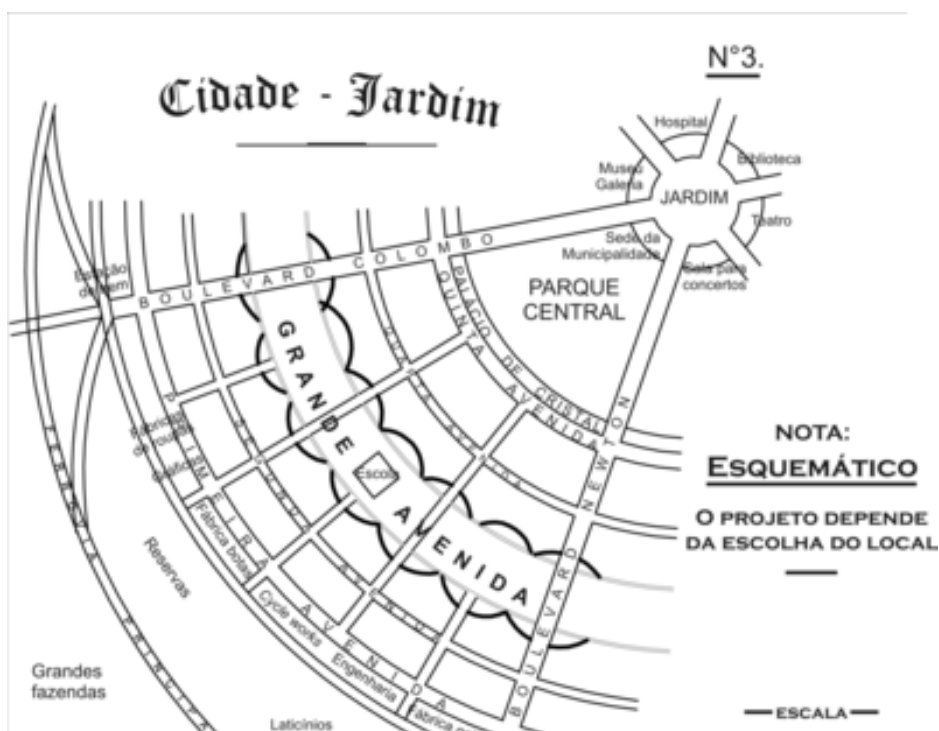


Figura 9 - Esquema da “cidade jardim” de Ebenezer Howard (Retirado de: Bergamo, 2003)

Teoricamente, este novo conceito de cidade tinha capacidade para 32 000 pessoas, numa área total de 2 400 hectares. Destes, 2 000 hectares destinavam-se a área rural, a qual possuía 2 000 habitantes. Os restantes 400 hectares eram destinados á parte urbana da cidade, a qual albergava 30 000 habitantes, divididos por 6 bairros, com capacidade para 5 000 habitantes cada. Em termos de organização, a “cidade jardim”assentava num modelo base, onde existiam 6 avenidas de 36 metros de largura e uma central com 125 metros de largura. Como se pode ver na figura anterior, os edifícios de habitação junto á avenida central eram dispostos em meia-lua, como forma de ampliar a visão na mesma. No centro encontravam-se os órgãos públicos e de lazer, como teatro, museus, entre outros enquanto que os

equipamentos mais desagradáveis para o meio urbano, o caso das indústrias, situavam-se em áreas periféricas, ao longo da linha férrea, facilitando-se dessa forma o deslocamento das matérias. As zonas agrícolas situavam-se ao redor do núcleo urbano, dessa forma, para além de envolver a cidade de vegetação, tinha a finalidade de servir como barreira ao crescimento da mesma. Dessa forma a “cidade jardim” não alargaria, quando lota-se em termos populacionais, a solução passava pela construção de uma outra (Saboya, 2008).

Segundo Portela et al (2011), a “cidade jardim” depois de teoricamente explorada por Howard, rapidamente é posta em prática, construindo-se o seu primeiro modelo em 1903, denominada por Letchworth, na Inglaterra. Esta possuía um traçado simples, claro e informal com configurações geométricas rigorosas de tradição clássica, desenhada pelos arquitectos Parker⁸ e Unwin. A mesma possuía as suas próprias infra-estruturas e era auto-suficiente em termos industriais e agrícolas, caracterizando-se pela sua qualidade ambiental. Para tal muito contribuía o seu centro urbano, repleto de árvores de grande porte, assim como os jardins privados fronteiriços às habitações e passeios públicos repletos de árvores e arbustos. Esta cidade tornou-se tema nos principais jornais de Londres. A sua divulgação foi importante, atraindo-se dessa forma grande número de jovens. Assim, em 1962 atingiu os 26 000 habitantes.



Figura 10 – Letchworth - A primeira “cidade-jardim” segundo as teorias de Howard (Retirado de: www.skyscrapercity.com)

⁸ Barry Parker (Inglaterra 1867-1947) – arquitecto e urbanista destacado no movimento Arts and Crafts, muito popular no início do século XX

Algum tempo depois, em 1919, Howard cria a sua segunda “cidade jardim” a 15km da primeira, à qual lhe chama de Welwin. A mesma foi confiada ao arquitecto Louis de Soissons⁹, o qual teve grande preocupação com a preservação das condições ambientais, projectando amplos espaços verdes, principalmente na periferia da cidade central, ao longo dos limites dos cinturões agrícolas (Portela, PelegriniI, Schefer, & Soter, 2011).



Figura 11 – Welwin - a segunda “cidade jardim” (Retirado de: <http://verdadessurbanas.blogspot.pt>)

A criação destas duas cidades tornou-se fundamental, comprovando que as suas teorias eram sustentáveis. A construção de novas cidades com indústrias era compatível através do importante papel da presença dos jardins e dos campos, contribuindo para o melhoramento da qualidade do ar (Bergamo, 2003).

Tendo-se confirmado as qualidades da “cidade jardim” em Inglaterra, o seu conceito rapidamente foi adquirido pela Alemanha. Em 1909, surge Hellerau, a primeira “cidade jardim” alemã por Karl Schmidt¹⁰, que implementou com rigor as ideias de Howard. Mais tarde, nos Estados Unidos da América, o planeamento de algumas cidades foi influenciado pelas teorias de Howard, consistindo na criação de espaços urbanos repletos de qualidade ambiental potenciada pela presença de áreas verdes (Portela, PelegriniI, Schefer, & Soter, 2011).

⁹ Louis de Soissons (Canadá 1890-1962) – arquitecto responsável por vários planos directores em importantes cidades

¹⁰ Karl Schmidt (Alemanha 1873-1948) – carpinteiro fabricante de móveis e reformador social, tornou-se conhecido por formar a primeira cidade-jardim alemã

2.2.3. A Carta de Atenas como resposta à degradação do espaço verde urbano

Numa situação de descontentamento e preocupação com o rápido e desorganizado crescimento das cidades industrializadas, foi criada a Carta de Atenas. A 1ª em 1933 resultante do CIAM (Congresso Internacional de Arquitectura Moderna) e a 2ª publicada de uma forma anónima por Le Corbusier, 8 anos depois. Estas reuniam uma série de conceitos urbanísticos e arquitectónicos, com a finalidade de se tornar no manual dos urbanistas modernos (Kanashiro, 2005).

2.2.3.1. A 1ª Carta de Atenas de 1933 e as suas soluções “verdes”

Segundo Almeida (2010), a 1ª Carta de Atenas de 1933, resultou do 4º encontro dos CIAM realizado na cidade grega de Atenas, onde se reuniram os mais influentes arquitectos modernos da época com destaque para Le Corbusier. Um dos principais objectivos deste encontro, passava pela análise do estado urbanístico e arquitectónico de 33 grandes cidades, como Londres, Paris, Roma, Barcelona, Estocolmo, Los Angeles, entre outras, alertando para o seu estado de insalubridade, em parte originado pela falta de espaços verdes.

Como resposta, a Carta de Atenas de 1933, enumerava uma série de propostas e soluções, seguindo um princípio racionalista de que o urbanismo e a arquitectura juntos, eram capazes de evitar uma revolução urbana, tal como acontecia até então. A habitação, assim como o trabalho, a circulação e o lazer, eram as suas 4 principais preocupações. Do lazer a principal preocupação tinha a ver com a falta de espaços verdes nos centros urbanos (Andrade I. E.-J., 2010).

A fim de solucionar a carência de espaços verdes e vegetação nas ruas das cidades, a Carta de Atenas de 1933 propunha uma série de ideias que deveriam ser consideradas na criação ou reformação das cidades. O Sol, o espaço e a vegetação foram considerados elementos indispensáveis para os seres vivos, da mesma forma que se deveria minimizar a distância do Homem com a vegetação a fim de melhorar a saúde humana e qualidade de vida (Andrade I. E.-J., 2010).

O arquitecto modernista Le Corbusier que esteve sempre em destaque nos encontros dos CIAM, manifestando o seu descontentamento com o crescimento descontrolado das cidades, assim como na apresentação de modelos e teorias para o seu controlo, ganhou especial destaque no ano de 1941 na apresentação de um novo tratado (Andrade I. E.-J., 2010).

2.2.3.2. A 2ª Carta de Atenas de 1941 e as ideias “verdes” de Le Corbusier

Em 1941, Le Corbusier publicou de uma forma anônima um documento com o mesmo nome da carta de Atenas de 1933, no qual constam uma série de conclusões à primeira carta e apresenta uma série de novas ideias para a arquitetura e para o urbanismo. As questões de lazer da população, inclusive a relação do Homem com a vegetação na cidade continuam a merecer grande destaque (Andrade I. E.-J., 2010).



Figura 12 - Desenho de Le Corbusier que retrata a importância do “verde” na paisagem da cidade moderna (Retirado de: Andrade I. E.-J., 2010)

A base conceptual da cidade moderna e de futuro de Le Corbusier, assentava num modelo racionalista, onde defendia os grandes aglomerados urbanos. A problemática da sua perspectiva centrista dos modelos de cidade era resolvida pela verticalidade dos edifícios, na presença de grandes áreas ajardinadas. Uma implantação cuidada, assim como o uso do “*piloti*”¹¹, de forma a garantir a permeabilidade do espaço envolvente ajardinado, revelavam-se essenciais para a base de uma boa qualidade de vida do Homem, sempre em harmonia com a Natureza (Almeida, 2010; Umakoshi & Gonçalves, 2009).

Seguiram-se algumas propostas para determinados locais, umas não passaram da teoria como o plano “Voisin” para Paris em 1925, outros foram idealizadas, como a Unidade de Habitação de Marselha em 1945 (Davi, 2009; Pereira E. M., 1999).

¹¹ Palavra de origem francesa que se refere a um sistema construtivo baseado na sustentação de um edifício através de uma rede de pilares

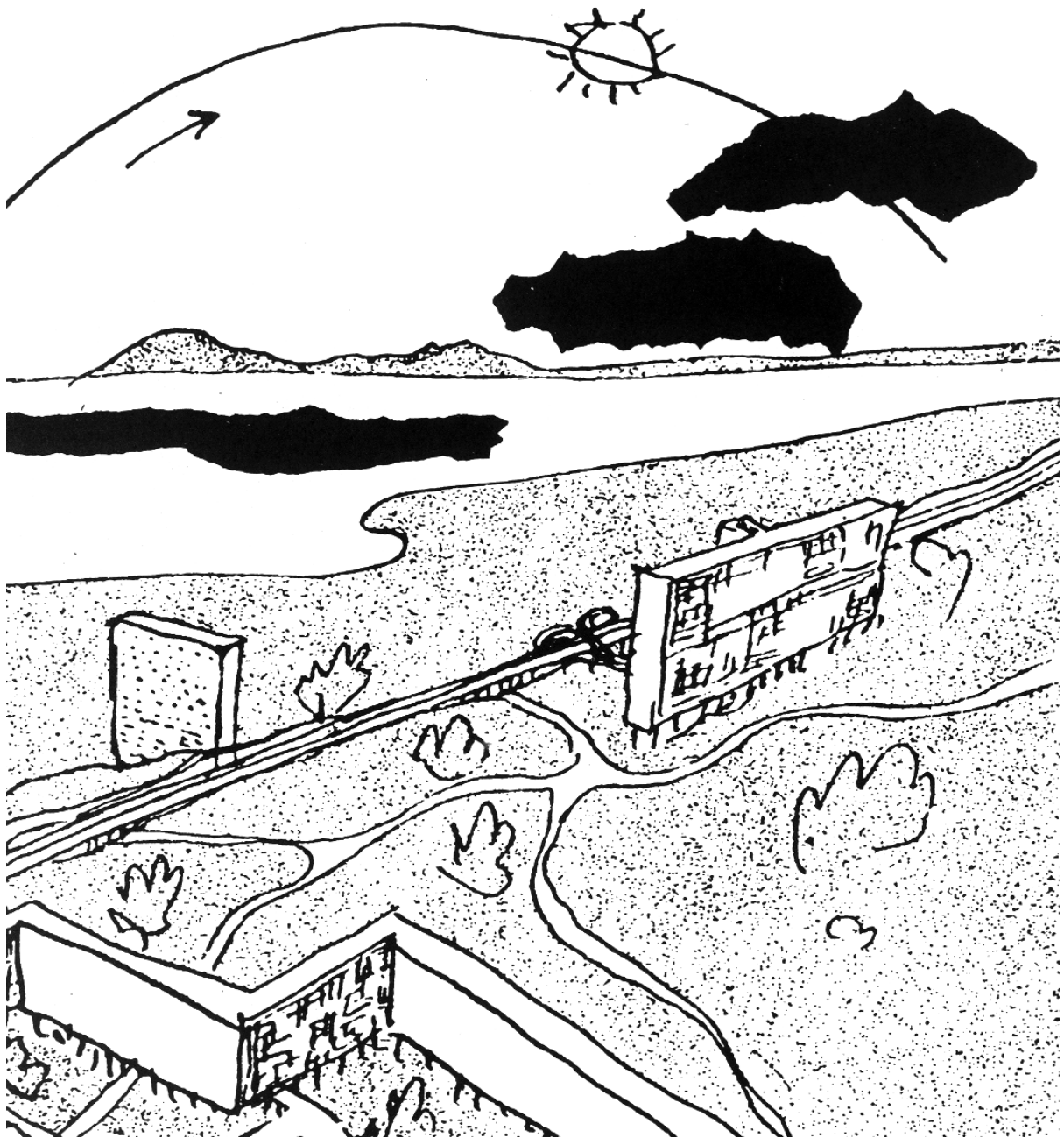


Figura 13 - Desenho de Le Corbusier que exprime o seu modelo de paisagem urbana, sempre com destaque para o seu conceito de verticalidade do edificado envolvido por áreas verdes (Retirado de: Andrade I. E.-J., 2010)

2.2.4. O conceito do Plano Voisin de Le Corbusier para Paris e a experiência da Unidade de Habitação de Marselha

Em 1925, foi apresentado o plano “Voisin” para o centro da cidade de Paris por Le Corbusier, o qual pretendia arrasar parte da cidade construída para dar lugar a novos edifícios em forma de torre, envolvidos por grandes áreas verdes (Pereira E. M., 1999).



Figura 14 – Plano Voisin de Le Corbusier, o qual previa arrasar com parte do edificado existente e no seu local construir enormes torres envolvidas em áreas verdes (Retirado de: <http://sinverguezapublica.blogspot.pt/>)

Nesta “nova” cidade, o seu autor pretendia a criação de novas e isoladas áreas, entre as quais, uma zona de negócios, outra habitacional, governamental, hotéis para viajantes, servidos por uma estação ferroviária em zona central (Pereira E. M., 1999).

Segundo Pereira E. M. (1999), Le Corbusier considerava Paris uma cidade “doente”, visto que ao longo do tempo não se lhe tinha tratado diversos “ferimentos”, um dos quais no seu “pulmão”. Dessa forma, a capital francesa carecia de espaços verdes. A nova proposta apresentava uma organização regular, permitindo distanciar os diversos edifícios, onde a sua envolvente, seria preenchida por múltiplos espaços verdes, como forma de potenciar o convívio dos seus habitantes, assim como melhorar a qualidade do seu ar.

Em 1945, Le Corbusier é contratado pelo Ministério da Reconstrução Francês para a projeção da Unidade de habitação em Marselha, destinada á classe média. A este foi concebida toda a liberdade para o projecto, o qual aproveitou para demonstrar os seus princípios urbanísticos (Davi, 2009).

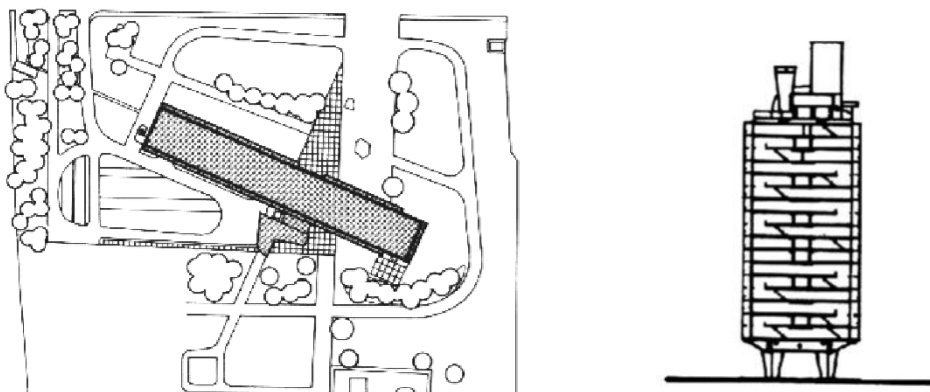


Figura 15 - Implantação e corte da Unidade Habitacional de Marselha. Destaca-se a sua relação com o espaço verde envolvente, potenciado pela sua continuidade através da elevação do edifício em "pilotis" (Retirado de: Davi, 2009)

Segundo Davi (2009), o bloco habitacional na cidade francesa de Marselha, pode ser entendido como uma síntese da obra arquitectónica e urbanística do seu autor. O mesmo expressa uma ideia centrista, tendo em consideração o elevado número de habitações que contempla, assim como a sua auto-sustentabilidade, uma vez que num dos seus pisos intermédios possui áreas comerciais. A verticalidade assim como a sua elevação através dos “pilotis”, permite a permeabilidade do seu espaço verde envolvente, potenciando o convívio dos habitantes e a qualidade do ar local.

Este como outros edifícios construídos em altura do mesmo período moderno, já possuía uma série de estratégias arquitectónicas, nomeadamente de iluminação e ventilação, numa tentativa de redução em gastos com consumos energéticos. Para além de uma implantação correcta, sempre na presença de vegetação. As questões energéticas já eram tidas em consideração, visto que a ecologia já era um termo corrente na linguagem não apenas de ambientalistas, mas já fazendo parte do discurso corrente dos primeiros arquitectos modernistas (Silva, 2007; Umakoshi & Gonçalves, 2009).

2.3. O contributo do espaço verde urbano na Ecologia

Segundo Almaça (2011) e Cassini (2005), o termo ecologia foi empregue pela primeira vez por Ernest Haeckel¹² em 1866, na sua obra “*Generelle Morphologie der Organismen*”. Consiste numa palavra composta por duas palavras gregas, “*Oikós*” que significa casa e “*logos*” que significa estudo, podendo-se dizer que *ecologia* é a ciência do *habitat*. É ainda a ciência que estuda as condições existenciais dos seres vivos e suas interacções, de qualquer natureza e existentes entre esses seres vivos e o seu meio.

O Homem é considerado um dos principais agentes responsáveis pelo desequilíbrio ecológico do nosso planeta, através das suas actividades insustentáveis, originando poluição atmosférica, poluição dos rios e lagos, poluição dos mares e oceanos, destruição das florestas, etc. Estas agressões à Natureza, acabam por se repercutir no aquecimento global, redução da camada de ozono, entre outros problemas ambientais (Cassini, 2005).

No que confere á arquitectura, o Homem é também um grande transformador do meio ambiente natural. Altera a forma do território, consome matéria e energia, produzindo resíduos em contrapartida. É importante portanto que esta transformação do ambiente por

¹² Ernest Haeckel (Alemanha 1834-1919) – médico e naturalista , um dos grandes expoentes do ciência positivista

parte do Homem se processe, cada vez mais, tendo em consideração um desenvolvimento sustentável (Aragão, 2011).



Figura 16 - Transformação da Natureza pelo Homem (Retirado de: <http://gestaoambientalvida.blogspot.pt>)

Desde a referência de Haeckel em 1866 até aos dias de hoje, as teorias ecológicas têm contribuído para uma melhor consciência ecológica em termos globais. A atenção dada à ecologia e sustentabilidade tem-se desenvolvido das mais diferentes formas, depois de determinados acontecimentos na história como a primeira grande crise energética de 1973, segunda em 1979, ou o descobrimento da existência do buraco no ozono em 1985 (Comissão das Comunidades Europeias, 2001; Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011).

À medida que a consciência do Homem foi mudando, surgiram uma série de medidas, sobretudo discutidas e acordadas em encontros das mais diversas nações. Destaca-se das primeiras a Conferência de Estocolmo em 1972 (UNCHE-1972), onde se encontraram representantes de 113 países das Nações Unidas¹³ entre outras não governamentais. Ficou conhecido como a 1ª Conferência das Nações Unidas, com o objectivo de discutir o estado ambiental do planeta, assim como acordar medidas ambientais. No seguimento desta, em 1987 foi concluído o relatório de Brundtland, o mesmo seria peça fundamental para o entendimento do actual estado ambiental do mundo. Em 1992, 20 anos após a 1ª Conferência Mundial, realizou-se a 2ª, na cidade do Rio de Janeiro que já previa a sua repetição de 10 em 10 anos, como aconteceu no passado mês de Junho na mesma cidade conhecida por Rio+20. Das mais diversas conferências e tratados ambientais realizados na história recente e analisados de uma forma mais completa na próxima tabela, destaca-se ainda a Carta de Aalborg realizada na cidade dinamarquesa com o mesmo nome, da qual saiu uma série de

¹³ Organização internacional fundada em 1945, cujo objectivo é facilitar a cooperação em matéria de direito, segurança, desenvolvimento económico, processo social e direitos humanos

compromissos das mais diversas nações para com o ambiente. Ficou ainda acordado a sua repetição após 10 anos no mesmo local, como acontecera em 2004 (Buss, 2007; Marcelino & Vilão, 2008; Quaresma, 2009).

A tabela 3 resume as principais Conferências e Tratados europeus e/ou mundiais que visam ideias e acordos para o desenvolvimento sustentável e um melhor ambiente.

Tabela 3- Algumas das organizações ou tratados Europeus e/ou Mundiais (Tabela pelo autor)

Designação	Características
UNCHE (1972)	Realizou-se em Estocolmo, capital da Suécia, a 1ª conferência das Nações Unidas sobre o ambiente humano, denominada por UNCHE. Estiveram presentes representantes de 113 países, bem como representantes de outras organizações não-governamentais e outras agências especializadas. Aqui se reconheceu que deveria haver uma cooperação internacional intensa, a fim de reduzir o impacto humano sobre o meio ambiente, lançando-se o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que integra medidas ambientais (Buss, 2007).
Relatório de Brundtland (1987)	Aqui também a sustentabilidade e ambiente foram tema de debate quase pela primeira vez. A frase patente era: "suprir as necessidades da geração presente sem afectar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas". Dela saíram pesquisas e estudos por todo o planeta, o que resultou em tópicos relevantes para uma construção sustentável nos parâmetros vigentes quanto às questões ambientais (Corrêa, 2009).
Eco-92 (1992)	Considerada a segunda Conferencia Mundial para o meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida por Eco-92, na cidade do Rio de Janeiro. Nesta foi possível unir o conceito de sustentabilidade ao desenvolvimento. Nela programou-se a Agenda 21 Local que continha planos para o desenvolvimento sustentável (Aragão, 2011; Quaresma, 2009).
Tratado de Maastricht (1992)	Este tratado, assinado em Maastricht, na Holanda, constituiu uma revisão do Tratado CE. Instituiu a política comunitária do ambiente, assim como o estabelecimento de linhas base para uma

política que tem como missão para a Comunidade Europeia a promoção de um desenvolvimento harmonioso e equilibrado das actividades humanas, assim como um crescimento sustentável e não inflacionista, respeitador do ambiente (Marcelino & Vilão, 2008).

**Conferência
internacional de
Aalborg (1994)**

Ocorreu na cidade dinamarquesa com o mesmo nome, constituindo a 4ª Conferência Europeia de Cidades e Vilas Sustentáveis, sob o tema “Inspirado no Futuro – Aalborg + 10”. Desta resultaram os chamados “Compromissos de Aalborg”, tornando-se numa ferramenta útil às autoridades locais que decidem enfrentar os desafios do desenvolvimento sustentável e que chamam a si a responsabilidade de assegurar no seu território esse desenvolvimento. Esta deu início à Campanha Europeia das Cidades e Vilas Sustentáveis com a finalidade de encorajar e apoiar as autoridades locais a trabalharem para a sustentabilidade através da Agenda 21 Local. Aqui ficou ainda o compromisso de repetir a conferência passados 10 anos como acontecera em 2004 na mesma cidade (Quaresma, 2009).

**2ª Conferência
internacional de
Lisboa (1996)**

Ocorreu em Lisboa, em 1996 a 2ª Conferência Europeia de Cidades e Vilas Sustentáveis, onde resultou o “Plano de Acção de Lisboa: da Carta à Acção”. Este reforça os princípios e orientações da Carta de Aalborg, concretizando-os numa estratégia para a acção através de medidas conciliadoras de uma visão para o território sustentável (Quaresma, 2009).

**Protocolo de Quioto
(1997)**

Consiste num protocolo adoptado pela Convenção Quadro das Nações Unidas e visa o combate às alterações climáticas, que estabelece limites legalmente vinculativos para as emissões de gases com efeito de estufa, no quadro do qual a União Europeia se obriga, solidariamente, a reduzir em 8% as emissões desses gases, no período de cumprimento entre 2008 a 2012, relativamente às emissões verificadas em 1990 (Marcelino & Vilão, 2008).

**3ª Conferência
internacional de**

Decorridos quatro anos após a 2ª conferência que decorrera em Lisboa, teve lugar em Hannover a 3ª Conferência Europeia de

Hannover (2000)	Cidades e Vilas Sustentáveis onde se apelou à governação visionária dos líderes de forma a enfrentarem os desafios do novo século e à maior participação das comunidades. Declaração de Hannover dos Presidentes de Municípios Europeus “Na Viragem para o Século XXI” (Quaresma, 2009).
Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (CMDS) em Joanesburgo (2002)	Daqui surgiu um plano de acção e um vasto número de acordos de parceria, alguns dos quais relacionados com o desenvolvimento sustentável e consequentes melhorias do ambiente para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Aprovou ainda o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), dedicado às causas ambientais (Jornal Oficial da União Europeia, 2003).
Carta de Aalborg (2004)	Como previsto e passados 10 anos, surgiu da Campanha Europeia das Cidades e Vilas Sustentáveis (CECVS), numa Conferência Europeia realizada em 2004 na cidade Dinamarquesa de Aalborg. Dela saiu um documento base denominado por “Carta de Aalborg”. Tem como objectivos múltiplos assuntos, nomeadamente as ameaças dos riscos naturais e humanos, onde se pretende assegurar uma protecção efectiva do ambiente, assim como reduzir a nossa pegada ecológica ¹⁴ , numa perspectiva futura de melhor saúde ambiental (Farinha & Poeira, 2004).
5ª Conferência Internacional de Sevilha (2007)	Consistiu no mandato mais recente para a adopção urgente de políticas e acções locais que visassem o desenvolvimento sustentável e compromissos de Aalborg. Resultou na 5ª Conferência Europeia de Cidades e Vilas Sustentáveis (Quaresma, 2009).
6ª Conferência Internacional de Dunquerque (2010)	A 6ª Conferência Europeia sobre Cidades e Vilas Sustentáveis realizou-se no mês de Maio na cidade de Dunquerque, em França. O encontro teve como base mais uma vez a exploração de tema do desenvolvimento sustentável e como poderá ajudar os governos locais a encarar os actuais desafios económicos, sociais e

¹⁴ Refere-se em termos de divulgação ecológica à quantidade de terra e de água que seria necessária para sustentar as gerações actuais, tendo em conta todos os recursos materiais e energéticos gastos por uma determinada população

climáticos e como isto pode ser realizado no presente contexto de crises económicas (Uniluz, 2010).

Rio + 20 (2012)

Recentemente, de 13 a 22 de Junho de 2012, realizou-se no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, marcando os 20 anos de realização da mesma, desde a primeira em 1992 conhecida por Rio-92. O seu objectivo foi a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e suas lacunas, relativamente às decisões adoptadas nas anteriores Conferências. Os principais assuntos tratados foram a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza, para além da estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (Rio + 20, 2012).

Segundo Aragão (2011), o desenvolvimento económico da sociedade, aliado ao rápido crescimento das cidades, indústrias e meios de comunicação, tornaram-se num grande factor produtivo de poluição. O número de pessoas a viver nas cidades continuará a aumentar significativamente. Por exemplo, a Índia será detentora do maior número de pessoas a viver nas suas cidades, com números na ordem dos 500 milhões enquanto que no caso de Portugal aumentará cerca de meio milhão até 2025.

Também a arquitectura rapidamente se assumiu como transformadora do território e criadora de resíduos poluentes. Segundo Nascimento (2009), as operações relacionadas com a construção, ou demolição de edifícios, causam frequentemente degradação ambiental, consumindo recursos naturais em excesso e gerando resíduos. Os edifícios e suas áreas de circulação envolvente utilizam materiais não renováveis que por sua vez aumentam o consumo energético, aumentam as superfícies impermeáveis, assim como contribuem para a diminuição das áreas de espaços verdes, que por sua vez são fundamentais para a qualidade de vida da humanidade. A figura 17 expressa o numero de fogos licenciados e concluídos no período de 1995 a 2010 (Aragão, 2011; Nascimento, 2009).

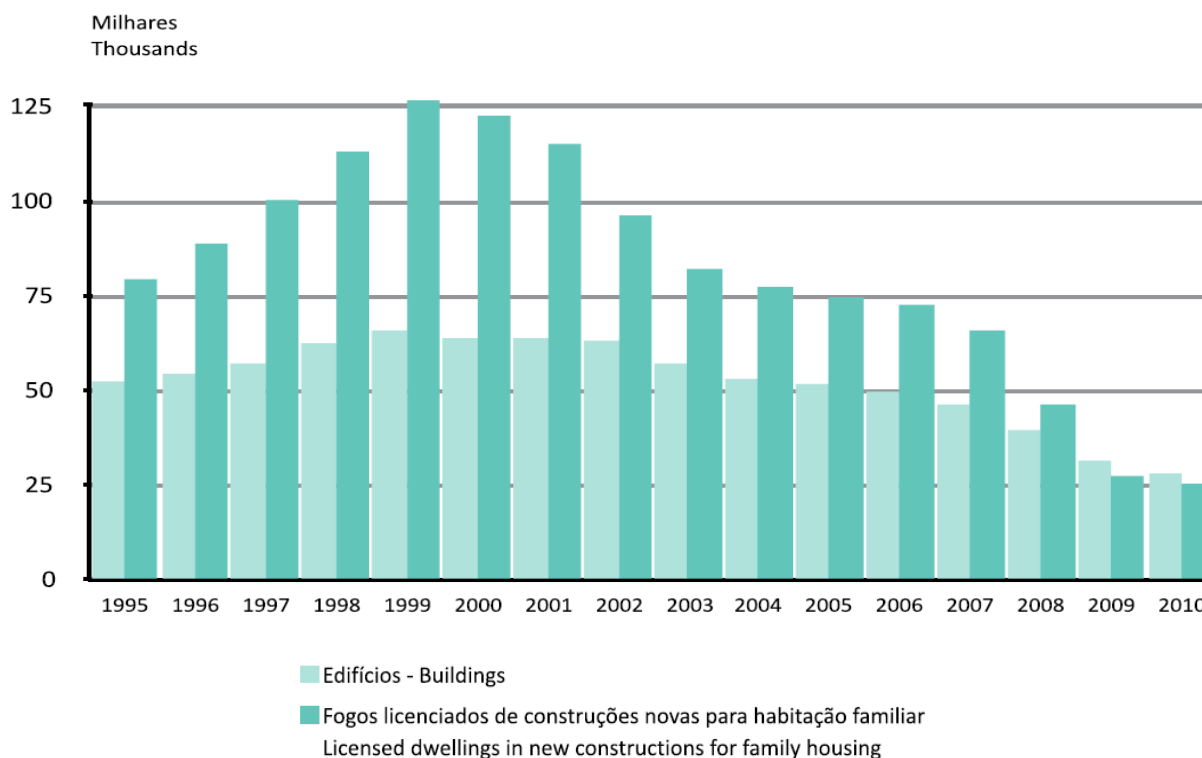


Figura 17 - Número de fogos licenciados e concluídos no período de 1995 a 2010 em milhares (Retirado de: Instituto Nacional de Estatística, 2011)

Segundo Prieto (2006), dever-se-á agir de forma urgente a fim de solucionar estes problemas. A sociedade e o poder público dever-se-ão mentalizar para a gravidade dos problemas ambientais causados pela sociedade através da arquitectura e do urbanismo, e que a solução para os mesmos passará pela aposta em mais e melhores espaços vegetais nos edifícios e nas cidades.

Os espaços verdes das cidades, muitas vezes ameaçados pelas áreas construídas, desempenham um papel fundamental na qualidade de vida do meio urbano. O ser humano tem necessidade de estar em contacto com cenários naturais, sendo as plantas, meios de libertação de oxigénio para a atmosfera, diminuindo o dióxido de carbono, sendo este papel crucial na melhoria da qualidade do ar. As mesmas evitam ainda a erosão, melhoram o clima, aumentam a biodiversidade, proporcionam alimento e refúgio a muitas espécies animais, assim como outros (Lynch, 2007; Pinho & Lopes, s.d.).

A tabela 4 apresenta uma síntese e descreve algumas das vantagens dos espaços verdes para o ambiente urbano, nomeadamente no que se refere ao clima, à melhoria da qualidade do ar, à acústica, entre outros:

Tabela 4 - A importância das plantas e dos espaços verdes no ambiente urbano (Adaptado de: Pinho & Lopes)

Benefício da vegetação no espaço urbano	Descrição
Fixam o solo com as suas raízes	O sistema radicular das plantas desenvolve-se lentamente e ao crescer, as raízes exercem pressão contra o solo fixando-o. Com suas variadas formas e seus inúmeros padrões de distribuição as raízes formam uma rede viva que fixa o solo, o que evita deslizamentos e avalanches de solo em terrenos com declives pronunciados.
Amortecem o efeito da chuva	Os ramos e superfícies das folhas são flexíveis pelo que amortecem o golpe da chuva, possibilitando que deslize suavemente até chegar ao solo. Ao amortecer o impacto da chuva diminui-se a erosão e protege-se o solo superficial.
Oferecem sombra	As árvores e arbustos, principalmente os de grande porte, tem uma copa desenhada para captar a luz solar e ao estenderem-se sombreiam o solo, causando conforto térmico nos dias de maior intensidade solar, protegendo a fauna, a flora inferior, o Homem e os seus bens.
Diminuem a velocidade do vento	Retira velocidade ao vento e às tempestades, dissipando a sua força e melhorando o ambiente.
Filtram os ventos	As partes aéreas das plantas estão desenhadas para que o ar passe através delas filtrando esporos, pólen, pó, cinzas, húmus e outras impurezas que o vento arrasta.
Reduzem o efeito do ruído	O tecido vegetal amortece o impacto das ondas sonoras em ruas, parques e zonas industriais. Quando plantadas em grupos, alinhadas ou em cortinas de árvores, diminuem o ruído entre 6 a 10 decibéis.
Absorvem o dióxido de carbono que contamina a	Através da fotossíntese, as folhas captam o dióxido de carbono da atmosfera e libertam oxigénio puro (na sua etapa diurna), enriquecendo e limpando o ar que respiramos.

atmosfera

Valorizam a paisagem

Uma casa com jardim torna-se mais atractiva. Bons desenhos de áreas verdes, ordenados e planeados, plantas tratadas apropriadamente, aumentam o valor das propriedades. Plantas cultivadas como barreiras podem fornecer privacidade ao espaço e segurança à propriedade.

Poupam energia

As árvores bem plantadas ao redor da casa filtram o ar quente e refrescam-no ao cruzar a sua copa, sombreiam paredes, pátios, telhados e janelas, baixando os custos do ar condicionado quando o clima é quente. Se o clima é frio, os ramos, que estão cheios de ar, geram uma capa térmica em volta das construções, aumentando assim alguns graus.

Regulam o clima

A nível global os bosques reduzem o aquecimento da atmosfera e regulam o clima da terra. Nas cidades a perda de espaços verdes eleva as temperaturas e a evaporação do solo e altera a pressão atmosférica desorganizando o clima envolvente. A falta de espaços verdes suficiente nas cidades faz com que as vagas de calor sejam mais severas. As temperaturas nas ruas da cidade na Primavera e Verão, podem ter em média cerca de 3° C mais que os parques e jardins da cidade.

Ao alcance de todos

Os espaços verdes devem estar disponíveis para todos os residentes urbanos sem discriminação de nenhum tipo. A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda 9 m² de espaço verde por habitante.

Minimizam os impactos das urbanizações

Os espaços verdes têm uma correlação directa com os benefícios ambientais para os cidadãos, proporcionam equilíbrio entre o natural e o artificial, proporcionando ecossistemas urbanos equilibrados.

Recreação física e mental

Na maioria das cidades, os espaços verdes são os principais locais de recreio, pelo que devem estar a uma distância acessível e ter atractivos adequados segundo a idade, capacidades e interesses dos

usuários.

Valor educativo

Há várias formas dos espaços verdes contribuírem para a educação, por exemplo: sendo jardins botânicos ou zoológicos, locais com relíquias de vegetação nativa, etc. Desfrutar e cuidar dos parques e das áreas verdes, proporciona oportunidades educacionais para aprender sobre o ambiente e os processos naturais, assim como sensibilizar sobre a importância das plantas no nosso planeta.

Saúde

É difícil quantificar os benefícios na saúde, alguns são evidentes como a diminuição das enfermidades respiratórias, devido às melhorias na qualidade do ar. Há investigações onde foi demonstrado que os pacientes que convalescem em Hospitais, se recuperam mais rapidamente quando estão em quartos com vistas para árvores e cenários de ar livre. Talvez menos evidente, mas também comparável é o facto que reduzem o stress, melhoram a saúde mental e física e aumentam a produtividade no trabalho, ao contribuírem com um ambiente esteticamente prazeroso e relaxante.

Emprego

A existência de áreas verdes, assim como os novos projectos, promovem uma série de actividades, algumas temporais e outras permanentes, como preparação do espaço, tratamento, manutenção, plantação, etc. Que são fontes de emprego.

Identidade

Tomar em conta os aspectos sócio/culturais é fundamental para um bom planeamento das áreas verdes. Estas ligam o clima e o ambiente com a realidade social e cultural das pessoas que vivem e convivem com elas; são reflexo da gente que os habita e são parte da forma em que os habitantes percebem e sentem o seu bairro e a sua cidade.

Conhecidas as vantagens da vegetação para a qualidade de vida da humanidade, dever-se-á reflectir na possibilidade de aumentar as áreas verdes urbanas. Uma vez escasso o solo urbano, o ajardinamento das fachadas do edificado assume-se como uma solução viável, propondo para o dia-a-dia do Homem uma relação de proximidade física e visual com a Natureza. Segundo Costa (2011), “*o elemento vegetal pode ser incluído como um elemento*

técnico: trepadeiras crescem sobre paredes, a vegetação cria sombreamento, nos telhados verdes e jardins de cobertura usam-se plantas que valorizam o projecto, não somente paisagisticamente e/ou por motivo meramente estético, mas também contribuem para amenizar/melhorar o ambiente urbano”.

2.3.1. A “ilha de calor urbano” e a acção do Homem

O mau comportamento do Homem para com a Natureza ao longo da História, em particular com a destruição das zonas verdes, tem contribuído para as alterações climáticas, que actualmente são sentidas no nosso planeta. Com início há mais de 4.000 milhões de anos, desde cedo houve ciclos de glaciação, nos quais épocas glaciares com formação de extensas camadas de gelo, alternavam com as épocas interglaciárias, nas quais a temperatura mais elevada provocou a fusão dos gelos. A última época glacial teve início há 120 000 anos e terminou á cerca de 20 000 anos. Durante esse período, a temperatura média do planeta variava entre 5°C e 7°C, menor que a actual. A temperatura média global da atmosfera à superfície aumentou significativamente durante o século XX, sobretudo provocada por causas antropogénicas. As previsões apontam para um aumento da temperatura média global entre 1,4°C e 5,8°C durante o presente século (Santos, 2005).

O crescimento das nossas cidades como consequência para a diminuição dos espaços verdes, em muito estão na origem destes factos. Segundo o Instituto de Meteorologia, em 2011, Portugal obteve uma temperatura média anual de 16°C, tendo sido o 6º mais quente dos últimos 80 anos. Relativamente à temperatura máxima anual, o valor também apresentou altas subidas, sendo o mais elevado desde 1931 com um valor de 21,76°C, como se pode verificar na seguinte figura. É ainda de salientar que nos últimos 18 anos, a temperatura média anual tem subido sempre, com a excepção para o ano de 2008. Também no ano de 2011 ocorreram, 5 ondas de calor, tendo-se verificado nos meses com maiores anomalias positivas da temperatura máxima, uma no mês de Abril, duas em Maio e outras duas em Outubro.

Actualmente o crescimento das cidades industrializadas e seu consequente aumento da poluição nas zonas urbanizadas, aliado à transformação do território por parte do Homem, fazem com que cada vez mais se assista a variações drásticas de temperatura e precipitação. Estes episódios têm repercussões danosas no ecossistema e consequentemente na saúde pública (Aragão, 2011).

Uma das consequências verificadas é a criação do efeito “ilha de calor urbano”. Este fenómeno traduz-se por um aumento de temperatura dos centros urbanos, superior à das vizinhanças rurais (Coltri, Velasco, Polizel, Demetrio, & Ferreira, 2007).

Segundo Aragão (2011), a impermeabilização dos solos originada pela construção do edificado, das vias de circulação e lazer não vegetais, originam um aumento de superfícies reflectoras. Estas superfícies quando expostas ao sol, tais como coberturas, paredes ou pavimentos, originam o aumento da temperatura local. Este efeito é sentido sobretudo em dias quentes de Verão, onde as superfícies urbanas expostas ao sol, podem atingir temperaturas cerca de 27 a 50°C acima da temperatura do ar. Assim sendo, a temperatura média anual de uma cidade com 1 milhão de pessoas ou mais, pode ser 1 a 3°C superior aos seus arredores rurais.

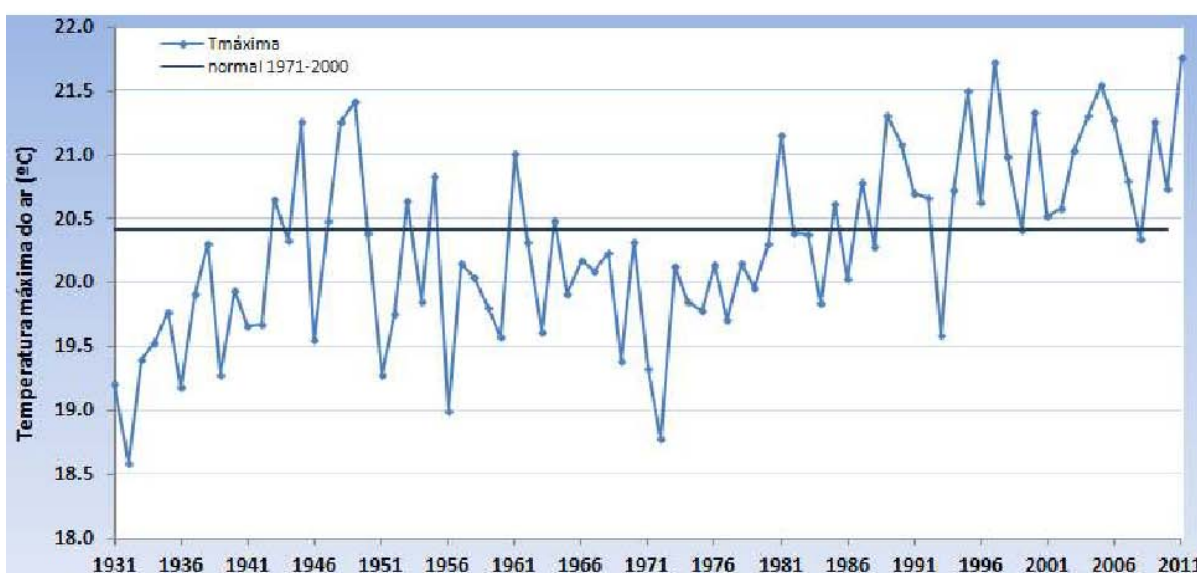


Figura 18 - Variabilidade da temperatura máxima em Portugal Continental (comparação com a normal 1971-2000) (Retirado de: Instituto Nacional de Estatística, 2011)

2.3.2. A “ilha de calor urbano” e consequências para a saúde pública

As alterações climáticas em muito associadas á escassez de vegetação, nomeadamente a subida média das temperaturas e o aumento de fenómenos climáticos extremos, trazem consequências para a saúde pública (Aragão, 2011).

Segundo Robalo et al (2010), actualmente tem-se vindo a dar particular ênfase à protecção da saúde no que diz respeito aos efeitos resultantes das alterações climáticas. Tendo em conta a localização geográfica e a inexistência de uma envolvente “verde”, Portugal é um dos países europeus mais vulneráveis às alterações climáticas e aos fenómenos climáticos extremos.

No ano de 2003 verificou-se uma rigorosa onda de calor, tendo-se prolongado em algumas zonas do país por mais de 2 semanas. A mesma ficou associada a um excesso de mortalidade de 1953 óbitos. Mais actualmente no verão de 2009, ocorreram 5 ondas de calor as quais terão provocado 966 óbitos (Robalo, Diegues, Batalha, & Selada, 2010)

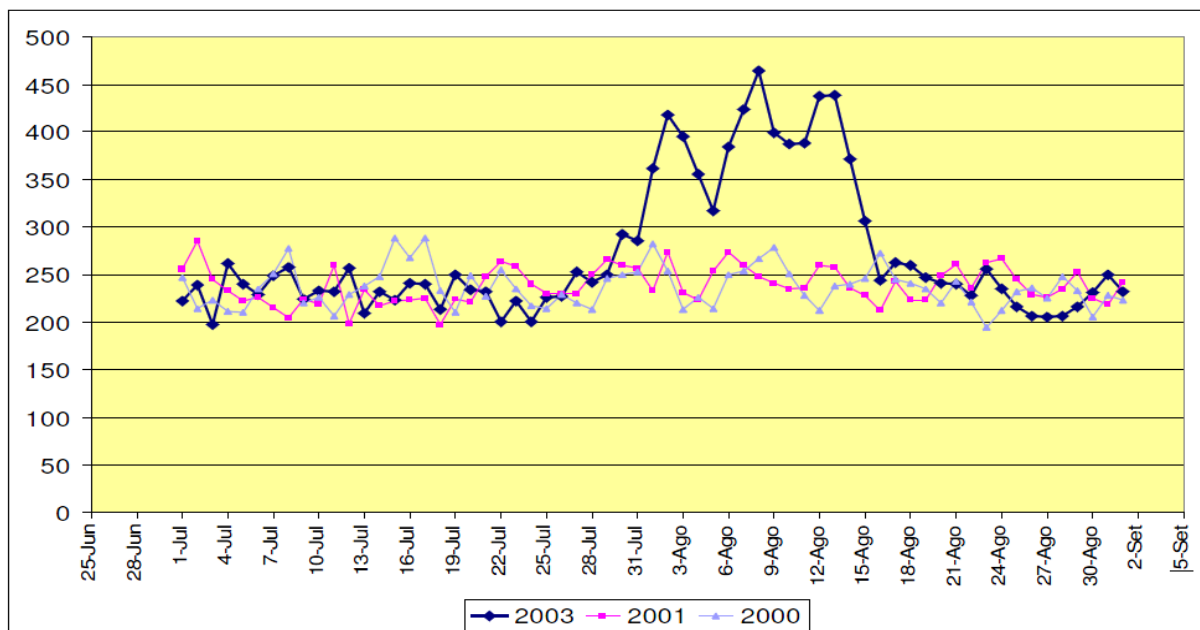


Figura 19 - Distribuição diária do número total de óbitos no período de 1 de Julho a 30 de Agosto (anos de 2000, 2001 e 2003 (Retirado de: Botelho, Catarino, Carreira, & Calado, 2004)

Para Robalo et al (2010), a ocorrência de alterações de frequência e intensidade dos fenómenos climáticos extremos constituem graves consequências para a saúde humana, associadas a um potencial aumento do número de mortes tendo em conta as altas temperaturas. Além disso, também potenciam problemas de foro cardio-respiratório relacionados com a poluição atmosférica, doenças transmitidas através da água e dos alimentos, assim como vectores de agentes provocatórios de doenças (Robalo, Diegues, Batalha, & Selada, 2010).

Neste contexto, os Jardins Verticais actuariam na atenuação das temperaturas, assim como na melhoria da qualidade do ar envolvente, numa tentativa de redução das consequências para a saúde pública (Robalo, Diegues, Batalha, & Selada, 2010).

2.4. Arquitectura, Urbanismo e Sustentabilidade

Segundo Mourão & Pedro (2005), actualmente o ser humano depara-se com o seu *habitat* urbano num estado de insustentabilidade, causado pela constante utilização dos recursos do Planeta, aliada à consequente degradação das condições ambientais, o que nos proporciona dificuldades de adaptação ao *habitat* que nós próprios criámos.

Como já referido, as preocupações relacionadas com a insustentabilidade do desenvolvimento, tomaram dimensão global desde os anos 70, mas foi no início da década de 1980 que Lester Brown¹⁵ apresentou o conceito de cidade sustentável, como sendo aquela capaz de satisfazer as suas necessidades, sem comprometer as hipóteses de sobrevivência das gerações futuras (Andrade & Romero, 2004).

Segundo Andrade & Romero (2004), o urbanismo sustentável é uma nova disciplina, articuladora de uma aproximação ao desenho urbano com uma visão integrada e unificada. A partir do novo paradigma da sustentabilidade, dever-se-á estabelecer uma nova dialéctica entre planeamento estratégico e o desenho urbano.

Uma implantação pensada e integrada com a vegetação, aliada a um desenho arquitectónico bem conseguido, envolvido por vegetação, poderá estar na base da sustentabilidade do edificado (Andrade & Romero, 2004).



Figura 20 - A arquitectura da actualidade dever-se-á preocupar com o conforto do ocupante, mas sobretudo com o impacto do edificado no meio ambiente (Retirado de: Mourão & Pedro, 2005)

O tema da arquitectura sustentável tem vindo a ser difundido actualmente com diversas

definições, todas elas com o mesmo objectivo, de aliar a qualidade arquitectónica formal e funcional ao conforto dos utentes, tendo em conta o impacto que tal edificação causa no meio ambiente. De uma forma geral, preocupa-se em propor o desenvolvimento de novos modelos de combate aos principais impactos causados pela expansão urbana, através de materiais e estratégias de construção ecológicas, sem renunciar á tecnologia de ponta, nas exigências do usuário, desafiando a criatividade do arquitecto para o uso de soluções arquitectónicas arrojadas e de qualidade (Fittipaldi, 2008).

2.4.1. A sustentabilidade do edificado em Portugal e o contributo dos Jardins Verticais

Actualmente, Portugal depara-se com inúmeros problemas de sustentabilidade, no seu edificado, onde se destaca o elevado consumo de água, e deficiências no seu tratamento, a

¹⁵ Lester Russel Brown (Estados Unidos da América 1934) – analista ambiental, considerado um dos pioneiros ambientalistas, fundador de algumas instituições sem fins lucrativos como forma de defesa do ambiente

gestão dos seus resíduos ou os gastos de energia, onde os Jardins Verticais poderiam contribuir para a sua redução (Mourão & Pedro, 2005):

- Relativamente á média da União europeia, Portugal era em 2001 o segundo país a consumir mais água *per capita* e o que menor quantidade de águas residuais tratava, ainda com a agravante do descuido com a protecção dos solos, águas subterrâneas e protecção ambiental;
- A gestão dos resíduos também merece reparo. As despesas com os mesmos por parte dos municípios tem vindo a aumentar, no entanto de 4 800 toneladas de resíduos produzidos, apenas 240 mil são recicladas;
- Se por um lado, Portugal é exemplar no que confere ao consumo energético, sendo o mais baixo da União Europeia *per capita*, também em parte devido aos elevados níveis de conforto bioclimático do clima português, por outro lado, peca pelo facto de depender energeticamente de outros países.
- No nosso país há falta de informação, divulgação e apoio ao uso da vegetação no edificado, uma vez que estes dariam um forte contributo no conforto e na redução energética dos edifícios.

O ser humano deverá questionar-se acerca dos actuais problemas de sustentabilidade da construção e, perante eles, não poderá ficar indiferente, devendo adoptar modelos e formas mais sustentáveis. A correcta ocupação do solo, a eficiência energética, a correcta gestão dos resíduos, as condições de conforto e saúde, entre outros, deverão ser tidos em atenção, no momento de interferir com o normal procedimento da Natureza. A tabela 5 indica alguns princípios ou procedimentos, explicando as suas práticas arquitectónicas (Madureira, 2005; Mourão & Pedro, 2005):

Tabela 5 - Alguns princípios e práticas para a sustentabilidade do edifício (Adaptado de: Mourão & Pedro, 2005)

Princípios	Praticas arquitectónicas
Ocupação racional do solo e respeito pela Natureza	Ocupar o solo de forma sustentável, implica o respeito pelas suas vulnerabilidades em vez de as agravar ainda mais. Deverá ser evitada a implantação de novas áreas residenciais em áreas de risco, tais como leitos de cheia ou faixas costeiras instáveis. Numa eventual substituição de solo vegetal por edificado, o mesmo deverá ser compensado, e os jardins verticais poderão ser uma solução. Deverão ser postas em causa estratégias tais como:

	<ul style="list-style-type: none"> • Densificação e reabilitação; • Boa orientação da implantação; • Previsão do microclima urbano; • Envolvência do edificado com a natureza.
<p>Eficiência e autonomia energética</p>	<p>A eficiência energética dos edifícios deverá ser melhorada através da adequada utilização das suas formas, espaço e materiais. Com um correcto empreendimento destes termos será possível obter reduções significativas do uso de energia, minimizando dessa forma a emissão de gases com efeito de estufa e permitindo uma maior autonomia energética. Para alcançar estes benefícios deverão ser tomadas algumas medidas como por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redução das necessidades de energia; • Recorrer a fontes de energia renováveis e locais; • Usar materiais de isolamento térmico eficientes. O uso de vegetação como revestimento de fachadas poderá ser um deles.
<p>Gestão do ciclo hidrológico</p>	<p>A água é um bem precioso e indispensável à sobrevivência do ser humano. Daí que a gestão do seu ciclo em meio urbano dependa em grande parte das características das infra-estruturas urbanas. Assim, estas características não deverão ser negligenciadas. Para um maior equilíbrio hidrológico contribuirão as seguintes questões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento da retenção e infiltração natural; • Recolha e aproveitamento das águas pluviais; • Separação e tratamento de águas residuais; • Redução do consumo e desperdício de águas potáveis.
<p>Gestão de resíduos e materiais</p>	<p>Estima-se que 50% das matérias-primas extraídas do solo, são utilizadas para a construção e mais de metade do lixo produzido provém deste sector. Para o contributo da redução destes impactos podem ser adoptadas algumas estratégias como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecção ecológica dos materiais;

	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição dos resíduos energéticos; • Uso de revestimentos ecológicos e naturais como a vegetação.
Adequação ao modo de habitar	<p>Aproximadamente na década de 80, a forma de vida da sociedade sofreu constantes mutações, decorrentes de factores como as melhorias das condições dos materiais, diversificação das formas e coabitação, informatização crescente nos espaços habitacionais, difusão de novos valores éticos e ambientais. Um edifício ambientalmente sustentável deverá adequar-se aos modos de vivência dos ocupantes evitando a sua insatisfação. Portanto, deverão ser adoptadas algumas medidas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Satisfação das necessidades e aspirações dos ocupantes; • Potenciar bons comportamentos ambientais; • Uso de propriedades naturais como as plantas, como elementos de arquitectura.
Condições de conforto e saúde	<p>Todos os edifícios, assim como áreas residenciais, devem pretender ser ambientalmente sustentáveis e proporcionar condições de conforto e saúde aos ocupantes. Para tal dever-se-ão ter em consideração as seguintes estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assegurar a qualidade do ambiente interior; • Minimizar o consumo de recursos não renováveis.
Modulação e Flexibilização	<p>Na construção de edifícios devem ser adoptadas estratégias que permitam reduzir o impacto ambiental nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adopção de sistemas construtivos modulares; • Implementação de soluções flexíveis e rentáveis como os elementos verdes anexados ao edificado.

Tendo em conta a carência de espaço verde nas cidades e a sua importância para a qualidade de vida da humanidade, os Jardins Verticais assumem um papel importante, assumindo-se como compensação às áreas ocupadas pelo edificado. Ainda que de uma forma discreta, já há memória destes desde o período clássico (Heneine, 2008).

2.5. Origem e História dos Jardins Verticais

Embora seja um conceito que ganhou mais ênfase na actualidade, os Jardins Verticais já eram usados há muitos séculos. Os primeiros relatos remontam a 600 a.C. no Antigo Oriente¹⁶, sendo que na antiga Mesopotâmia¹⁷ os templos sumérios, babilónios e assírios, denominados de Zigurates¹⁸ ostentavam vegetação nos seus terraços. As referências mais significativas (4000 a 600 a.C.) dizem respeito a Eitemenanki¹⁹, na Babilónia, e Nanna²⁰, na antiga cidade de Ur. No entanto, o exemplo mais relevante são os Jardins Suspensos da Babilónia. Considerados uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo, mandados erigir pelo Nebuchadnezzar II²¹ no século VI a.C. como presente para a sua esposa. Os jardins foram construídos sobre o palácio, a cerca de 20 metros de altura, e conformavam-se através de inúmeros terraços arborizados, irrigados a partir do rio Eufrates, impondo uma cultura botânica e estética (Aragão, 2011; Heneine, 2008; www.planetazul.pt).



Figura 21 - Os Jardins da Babilónia foram a primeiro exemplo mais relevante onde se usaram os Jardins verticais (Retirado de: www.portalsaofrancisco.com.br)

¹⁶ termo utilizado para denominar a região de onde apareceram as civilizações anteriores às clássicas, na região que actualmente se denomina Médio Oriente

¹⁷ região do Médio Oriente com interesse histórico e geográfico mundial

¹⁸ forma de Templo construído na forma de pirâmides terraplanadas pertinente ao tempo da Mesopotâmia

¹⁹ nome de um Zigurate na cidade da Babilónia do século VI a.C.

²⁰ Deus da lua na mitologia suméria

²¹ Antigo rei do império Neo-Babilónico que reinou entre 605 a.C. a 562 a.C.

Daí em diante, é de notar o avanço da cultura dos terraços jardim na Antiguidade Clássica²². Encontram-se exemplos disso em Roma, nomeadamente o Mausoleo²³ de Augusto²⁴ (32-38 a.C.) e o Mausoleo de Adriano²⁵, também conhecido por Castelo de Santo Ângelo (120-130 a.C). Possuem ambos uma estrutura circular, sendo o primeiro construído em vários terraços onde se encontravam plantados ciprestes e viveiros de peixes. O segundo possuía apenas um terraço ao nível superior com vista para o Rio Tibre (Aragão, 2011).

Tornou-se uma prática comum ornamentar os pátios das habitações com flores, arbustos, trepadeiras e até árvores de fruto em grandes vasos. Surgiu assim a aplicação de fachadas verdes à habitação nas Vilas Romanas, que possuíam não só uma finalidade estética mas também de redução das amplitudes térmicas (Aragão, 2011).

Outro exemplo precursor dos Jardins Verticais como os conhecemos hoje tem lugar na Islândia com as *TurffHouses*. As primeiras foram construídas na era Viking com o intuito de lutar contra as condições climáticas extremas. Eram construídas com os materiais locais disponíveis como a terra madeira e pedra. As casas apresentavam uma estrutura de madeira assente numa base de pedra e preenchida por uma espécie de tijolos de terra relvada, ficando cobertas de relvado e integrando-se na paisagem envolvente (Aragão, 2011).



Figura 22 - As TurffHouses surgiram na Islândia com o intuito de lutar contra as condições climáticas adversas (Retirado de: Brown, 2008)

Inicialmente o único elemento exterior que se destacava nestas construções era a porta em madeira. No entanto, estas construções foram evoluindo e no século XVIII surge uma inovação, as *burstabær*, uma evolução das *TurffHouses*, apresentando agora nas extremidades fachadas em madeira introduzindo-lhes vãos. Muitas sobreviveram até ao século XX. Estas

²² longo período da História da Europa que se estende aproximadamente do século VIII a.C. ao século V d.C.

²³ grandioso túmulo normalmente construído para líder ou figura importante que morrera, durante o período da Antiguidade Clássica

²⁴ primeiro Imperador Romano (63ª.C.-14d.C.)

²⁵ Antigo Imperador Romano (76-138)

construções reflectem o reconhecimento dos benefícios deste tipo de construção (Aragão, 2011).

A partir do século XI, os Vikings estabeleceram-se em ilhas da Gronelândia e na Terra Nova (actual Canadá), expandindo este tipo de construção à América do Norte. Exemplo disso é o povoado Viking L'Anseaux Meadows, no Canadá, descoberto em 1960 e declarado Património da Humanidade pela UNESCO ²⁶. Este tipo de construção influenciou as construções nas pradarias dos E.U.A., por volta do século XIX, dando origem às sodhouses, o que traduzindo à letra significa casa relvada, e seriam muito semelhantes com as *burstabær* supracitadas (Aragão, 2011).



Figura 23 - O povoado Viking L'Anseaux Meadows, no Canadá também se caracterizaram pelo emprego dos Jardins verticais (Retirado de: www.profimedia.si).

Voltando à evolução dos jardins verticais na Europa, na Itália e Centro da Europa, o cultivo da videira junto às fachadas das casas popularizou-se, uma vez que se trata de uma planta que é capaz de trepar e agarrar-se a pilares verticais entrecruzados com estruturas. Usando esta técnica eram obtidos os frutos para a obtenção do vinho dependendo apenas um espaço reduzido. Esta prática estendeu-se ao cultivo de outras espécies de frutos e rapidamente se estendeu a toda a cultura mediterrânea pois proporcionava não só alimentos,

²⁶ Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, fundada em 1945

mas também a sombra e cobertura da fachada tornava as habitações mais agradáveis no Verão (Aragão, 2011; www.proyectoyobra.com).

Com o desenvolvimento da indústria vinícola na idade medieval, esta prática estende-se a França e Inglaterra, sendo usada nos castelos dos proprietários dos vinhos e começando a ser usadas em Paris já no século XV (www.proyectoyobra.com).

Esta ideia de cobrir os muros dos castelos e das casas senhoriais populariza-se ainda mais na 2ª metade do século XX com o desenvolvimento da “cidade jardim”, proposta por Ebenezer Howard em 1898, que visava que a cidade e o campo “se fundissem”, aproveitando as vantagens de ambos e evitando o crescimento exponencial e desproporcional das cidades cinzentas. A partir daí a ideia de cobrir os muros com vegetação é considerada como elemento que prestigia a fachada (Aragão, 2011; Saboya, 2008; www.proyectoyobra.com).



Figura 24 - “Cidades Jardim” propostas por Ebenezer Howard, que pretendia que a cidade e o campo se fundissem (Retirado de: Wassall, 2009)

Como já referido anteriormente, a partir do final do século XIX e inícios do século XX começam a surgir as preocupações ambientais e as primeiras teorias ecológicas, e a partir daí os Jardins Verticais passaram a ser vistos como uma possibilidade para ajudar a amenizar problemas ambientais melhorando a vida urbana nos grandes centros onde o desenvolvimento tecnológico e o crescimento populacional acarretaram danos à natureza (Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011).

Dentro desta perspectiva, um dos exemplos de referência do século XX é a Casa Scheu de Adolf Loos²⁷, que além de ter sido o projecto pioneiro a pôr em prática o princípio da cobertura em terraço, também foi pioneiro no uso dos Jardins Verticais. Loos combinou estes dois elementos, coberturas e fachadas verdes, com o intuito de que os mesmos representassem um símbolo de liberdade pessoal e proporcionassem uma “sensação de ar livre” (Sarnitz, 2009).



Figura 25 - A casa Sheu projectada por AdolfLoos no séc. XX tornou-se num ponto de referência na Europa tendo em conta o emprego de vegetação numa das suas fachadas (Retirado de: www.vitruvio.ch, 2009)

No entanto, embora esta tenha sido uma prática comum por muitos séculos para fazer crescer plantas escalando o exterior de paredes de construções, elas raramente alcançavam mais do que dois andares de altura. Assim, revestir com vegetação edifícios mais altos tornava-se uma prática impossível (www.proyectoobra.com).

Até há cerca de 30 anos atrás, pensava-se que as plantas trepadeiras eram as ideais para os jardins verticais. O “*mur végétal*” concebido por Patrick Blanc²⁸ veio revolucionar o conceito dos jardins verticais. Plantar no solo deixou de ser a única opção e passou a existir a opção de “plantar sobre a parede” (Vialard, 2010).

A solução proposta por Patrick Blanc compõe-se por um painel com substrato de nutrientes e uma percentagem de água que permita que as plantas vivam e cresçam sem necessidade do solo. Este conceito evoluiu de tal forma que hoje se podem admirar as suas fascinantes realizações por todo o mundo, de que são exemplo o museu Quai Branly em Paris, o Square Vinet em Bordeaux, ou o edifício Caixa Forum em Madrid (Vialard, 2010).

²⁷ Adolf Loos (Republica Checa 1870-1933) Notável arquitecto que exerceu a sua profissão na Áustria

²⁸ Patrick Blanc (Paris 1953) botânico especialista em plantas de florestas tropicais. Criador do “*mur végétal*”



Figura 26 - *Square Vine* em Bordeaux, criação de um Jardim Vertical por Patrick Blanc num parque público infantil em 2005 (fotografia pelo autor)

Assim, ao longo do século XX até aos dias de hoje, a tecnologia na área dos Jardins Verticais desenvolveu-se e vem-se espalhando por vários países, variando de acordo com clima, cultura, e política de incentivo.

Actualmente, o conhecimento de novos materiais e técnicas de construção permitem a diversificação e eficácia destas instalações. No entanto sem determinados conhecimentos de botânica, eram impensáveis criações como esta, sobretudo tendo em conta que nestes sistemas as plantas sobrevivem sem substrato. Patrick Blanc estudou durante anos diversas espécies vegetais nas mais diversas florestas do mundo, transportando esses conhecimentos para a aplicação na arquitectura. Reinventou a hidroponia como forma de sobrevivência das plantas dos seus jardins (Vialard, 2010; www.planetazul.pt).

2.6. Hidroponia e sua importância para o desenvolvimento dos Jardins Verticais

A hidroponia apresenta-se associada à botânica. De uma forma muito resumida, consiste na sobrevivência de determinadas plantas na ausência de substrato, onde o mesmo é substituído por água (Furlani, Silveira, Bolonhezi, & Faquin, s.d.).

2.6.1. Evolução da prática da Hidroponia

A Hidroponia é um termo derivado de duas palavras de origem grega: “*hidro*” que significa água e “*ponia*” que significa trabalho. Esta técnica agrícola de cultivo, desenvolveu-

se ao longo dos anos através de diversas experiências laboratoriais, e ainda hoje está em constante desenvolvimento (Furlani, Silveira, Bolonhezi, & Faquin, s.d.; Gilsanz, 2007).

Através de documentos conhecidos, sabe-se que tais experiências laboratoriais surgiram em 1600, no entanto já anteriormente se cultivavam plantas na ausência de solo, na verdade, desde que teve início a vida aquática no nosso planeta. Daí que se possa afirmar ainda que as culturas hidrópicas precederam as culturas no solo (Gilsanz, 2007).

Segundo Gilsanz (2007), tais princípios foram encontrados em países como a China, Egito e Índia. Desde que á memória, Leonardo Da Vinci²⁹ foi o primeiro cientista a preocupar-se com esta técnica. Posteriormente, em 1600, o belga Helmont³⁰ terá realizado experiências que demonstraram a obtenção de nutrientes por parte das plantas. Também no mesmo ano, R. Boyle³⁰, terá realizado experiências de crescimento de plantas em vasos. Em 1699, Woodward³¹, demonstrou finalmente como as plantas obtinham os alimentos. Em 1860, os alemães, Sachs³² y Knop³³, foram os primeiros a por a teoria em prática e fazer crescer as plantas através de uma solução nutritiva, chamando ao processo



Figura 27 - Leonardo Da Vinci terá sido o primeiro cientista a preocupar-se com questões hidrópicas, no entanto esta técnica já surgia até então de forma natural (Retirado de: www.google.com)

“nutricultura”. Já mais actualmente, em 1929, foram desenvolvidos diferentes trabalhos de investigação, onde William F. Gricke³⁴, professor da universidade da Califórnia, define finalmente o processo por Hidroponia, que significa, “água que trabalha”. Posteriormente, na II Guerra Mundial³⁵, as forças aliadas, instalam sistemas hidrópicos nas suas bases, para se proverem de frutas e vegetais frescos, importantes para a sua alimentação. Seguidamente, em 1950, proporcionada pelo desenvolvimento de novas técnicas industriais, a hidroponia

²⁹ Leonardo Da Vinci (Itália 1452-1519) figura importante do período da Alto renascimento, destacou-se na matemática, engenharia, arquitectura, escultura, pintura, botânica, entre outras áreas

³⁰ Robert Boyle (Irlanda 1627-1691) destacou-se pelos seus trabalhos em áreas como física e química

³¹ John Wooddward (Inglaterra 1665-1628) antiga personalidade naturalista e geólogo

³² Julius von Sachs (Alemanha 1832-1897) experiente botânico

³³ W. Knop foi um distinto cientista alemão do século XIX

³⁴ William F. Gricke (E.U.A. 1885-1934) influente cientista voltado para a botânica e para a agricultura

³⁵ Conflito militar global entre 1939 a 1945

comercial estende-se pelo mundo. Da Inglaterra difunde-se por toda a parte, tendo sido a Nova Zelândia e Austrália os seus principais acolhedores (Gilsanz, 2007).

Actualmente, segundo Furlani (2008) , estes sistemas compostos por materiais á base de betão, metais e plásticos frágeis foram rejeitados, por apresentarem inúmeros problemas de rigidez. O desenvolvimento de novos e melhores materiais tornou-se importante para esta técnica, onde actualmente são utilizados materiais baseados em plásticos vinil, filmes de polietileno e resinas reforçadas por fibras de vidro, capazes de proporcionar novas e mais eficazes práticas hidrópicas.

2.6.2. Características da Hidroponia e sua importância

A técnica da hidroponia consiste na sobrevivência das plantas em ausência de solo, sendo a água a responsável pela sua vitalidade. No que confere às paredes vivas, que é um tipo de jardim vertical explicado no capítulo seguinte, a hidroponia é fundamental, visto que as plantas dispostas ao longo das paredes, suportadas por materiais como, feltro³⁶, turfa³⁷ ou geo-têxteis³⁸, se alimentam pelos nutrientes que a água lhes faz chegar. Desta forma, a água é considerada o suporte vital das plantas em soluções hidrópicas (Groult, 2008; Pestana & Correia, s.d.).

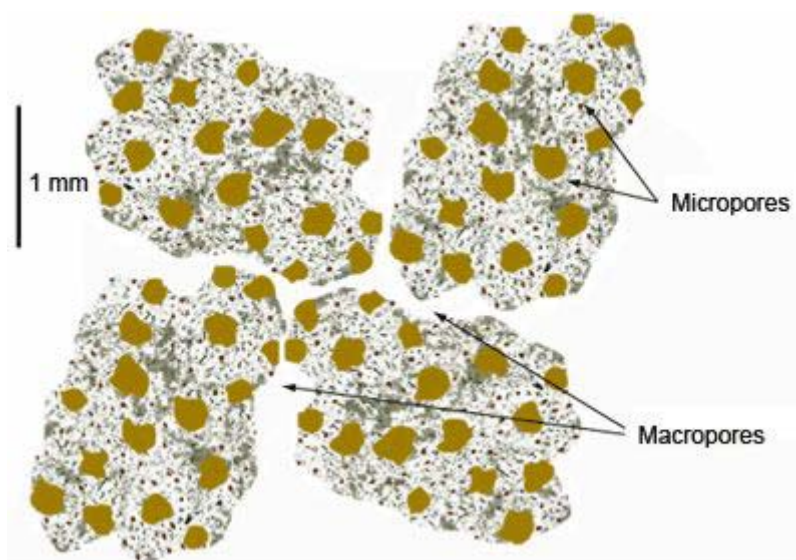


Figura 28 - Como crescem as plantas no solo através de microscópio (Retirado de: www.biotechnology.uk.com)

³⁶ material à base de lã. Cujas fibras são agregadas por calandragem

³⁷ material de origem vegetal, parcialmente decomposto

³⁸ materiais têxteis utilizados em contacto com o solo ou com outros materiais em aplicações de engenharia civil e geotécnica.



Figura 29 - Como as plantas crescem através de sistemas hidrópicos (Retirado de: www.biotechture.uk.com)

Segundo (Pestana & Correia, s.d.), a selecção do meio de cultura sólido, deverá ter em conta a sua capacidade de retenção de água, a forma e porosidade das partículas, permitir a oxigenação das raízes e atender a factores como:

- Qualidade do meio;
- Disponibilidade do meio;
- Relação custo/produção;
- Tipo de sistema;
- Tempo de duração. A consistência do suporte deve manter-se durante o ciclo cultural da planta;
- A dimensão e a forma das partículas não deverão danificar as raízes e os caules.

Ainda segundo os mesmos autores (Pestana & Correia, s.d.), para o sistema hidrópico vingar, deverão ser assegurados factores como:

- Arejamento das raízes (fornecimento de O₂ e circulação da solução nutritiva através de uma bomba ou compressor);

- Obscuridade das raízes (visto que a luz promove o desenvolvimento de algas que competem os nutrientes e alteram o pH³⁹ da solução, podendo contaminar o sistema com substâncias tóxicas);
- Suporte das plantas (evitando materiais de fácil decomposição).

De outra forma, a selecção e composição da solução nutritiva, deverá atender a factores como (Pestana & Correia, s.d.):

- Proposição relativa dos iões;
- Solubilidade em água;
- Forma como os nutrientes são absorvidos;
- Relação entre custo e qualidade;
- Tipo de substrato;
- Disponibilidade no mercado;
- Compatibilidade na mistura;
- Espécie e variedades a implementar;
- Estado de desenvolvimento da cultura;
- Parte da planta que será colhida;
- Período do ano (condições climatéricas).

2.6.3. Hidroponia no contexto dos Jardins Verticais e relação com Patrick Blanc

Até cerca de 30 anos atrás quando se imaginava um Jardim Vertical, interpretava-se que tal só era possível através de sistemas que obrigavam à existência de uma base de substrato (terra), de onde cresciam as plantas trepadeiras. Era impensável que técnicas hidrópicas eram compatíveis com estes sistemas de ajardinamento, até que surgiu Patrick Blanc, conceituado botânico francês, o qual se falará nos próximos capítulos, com o seu novo conceito original denominado de “Mur Végétal”, que permitia o desenvolvimento das plantas ao longo da parede na total ausência de substrato (Hohenadel, 2007; Vialard, 2010).

Segundo Vialard (2010), Patrick Blanc, desde criança se interessava pelas plantas aquáticas. Aos 5 anos de idade numa visita ao consultório do seu médico de família terá visto um enorme aquário tropical na sala de espera, o que o deixara fascinado com o que observara.

³⁹ símbolo para a grandeza físico-química potencial hidrogeniônico, que indica acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa

Terá sido o ponto de partida para pouco tempo depois os seus pais lhe oferecerem um, tendo em conta tal fascínio. Habitante da cidade, sem alguma noção de campo, rapidamente se mentalizava que ali não era o seu lugar. Ainda jovem, em 1964 parte á descoberta do suporte de cultura ideal, pelas grandes florestas mundiais, entre elas as Amazónias e da Tailândia.



Figura 30 - Patrick Blanc foi o primeiro a usar os sistemas hidrónicos nas paredes vivas (Retirado de: Hohenadel, 2007)

Nas suas viagens pelas grandes florestas, observara imensos exemplos de plantas que cresciam sobre as rochas e sobre as árvores, em algumas circunstâncias não se lhes observara qualquer tipo de substrato que lhes pode-se garantir o fornecimento dos minerais essenciais á sua sobrevivência (Vialard, 2010).

Blanc começou por desenvolver em sua casa um sistema artificial de sobrevivência das plantas. Este baseado numa placa de madeira, complementado por um sistema de rega dava parecer da possibilidade hidrónica, mas no entanto, a água com calcário impedia o desenvolvimento de espumas, cruciais para o mantimento da planta. O seu estudo progrediu. A espuma que faltava fora substituída por blocos de turfa compactada. Utilizara ainda fibra de coco⁴⁰ e lã de rocha⁴¹, mas deparava-se com questões de sustentabilidade, visto que os materiais se degradavam rapidamente com o tempo (Hohenadel, 2007; Vialard, 2010).

À procura de uma solução que se fizesse reproduzir como a natureza, um suporte não biodegradável e suficientemente leve se suporta-se, ao mesmo tempo poderoso para suportar

⁴⁰ Fibra de origem vegetal proveniente do coqueiro

⁴¹ Material vulgar de construção com elevadas características térmicas

as espumas e os microrganismos, em 1977, a ciência descobre a manta de rega, já utilizada em estufas hortícolas. Esta era a ideal para garantir as necessidades de durabilidade do sistema, para além de assegurar a distribuição homogénea da água e seus nutrientes e assim garantir a sobrevivência das plantas sobre as paredes de forma totalmente hidrópica. Actualmente as soluções de paredes vivas estão no seu auge, onde se observam inúmeros exemplos um pouco por todo o mundo (Vialard, 2010).



Figura 31 - Ponte Max Juvenal em Provence, França de Patrick Blanc , onde em 2008 lhe foi aplicado um jardim vertical hidrópico (Retirado de: Blanc,2011)

Capítulo III

3. Jardins Verticais

3.1. O que são os Jardins Verticais

Jardim Vertical é um termo descritivo usado para referir a formas de vegetalizar na totalidade ou parcialmente fachadas de edifícios. É também o termo para referir um sistema de anexação de plantas a estruturas de engenharia civil e paredes de prédios verdejantes (Mir, 2011; Ottelé, 2011).

São uma tendência da nova arquitectura, inspirada na natureza, prometendo uma revolução no modo como pensamos e usamos as nossas casas. Com benefícios comprovados ao nível da melhoria do microclima e da qualidade do ar, do isolamento térmico, da biodiversidade, da absorção de dióxido de carbono e da saúde dos habitantes, promovendo uma arquitectura que se pretende cada vez mais sustentável (www.planetazul.pt, 2010).

Actualmente existem diversas formas de ajardinar uma fachada, dependendo do resultado pretendido, do local onde se querem instalar ou mesmo do custo que se pretende despende. Existem algumas classificações de autores, ou mesmo empresas técnicas destes sistemas, que as classificam e denominam, por vezes de formas diferentes, o que depois de analisadas se conclui que usam os mesmos princípios técnicos de construção e elaboração.

Nesta recolha de tipos de Jardins Verticais só serão incluídos exemplos de práticas elaboradas pela criatividade do homem e não simples acasos naturais, como por exemplo quando por abandono, as trepadeiras e demais espécies vegetais não desejáveis cobrem um edifício. Também não são considerados exemplos de usos vegetais no interior, visto que estes são usados sobretudo com fins estéticos e não para a sustentabilidade do edifício.

3.2. Vantagens e desvantagens dos Jardins Verticais

Tratando-se de um tema bastante actual e pouco desenvolvido, torna-se por vezes difícil compreender as verdadeiras vantagens ou desvantagens dos Jardins Verticais, sobretudo compreender a sua relação custo/benefício, uma vez que existe controvérsia de opiniões de vários autores.

Alguns benefícios são partilhados por quase todos os tipos de Jardins Verticais, designados por “benefícios comuns”, enquanto outros são função do objectivo de determinado design/fornecedor, designados “benefícios específicos”. Existe ainda outra categorização dos benefícios dos jardins verticais, dividindo-os em benefícios privados e públicos, visto que alguns dos benefícios são para o próprio edifício e seus ocupantes, enquanto que outros são para a envolvente urbana e respectivos ocupantes (www.urbangrow.com).

A tabela 6 classifica alguns dos benefícios dos jardins verticais para a envolvente:

Tabela 6 - Benefícios para a envolvente de acordo com o tipo de Jardim Vertical (Adaptado de: Gerhardt & Vale, 2010)

	Fachada Verde		Parede Viva	
	Folhagem permanente	Folhagem caduca	Hidrópico	À base de Substrato
Efeito Ilha de calor	++	++	+++	++
Retenção de Água	+	+	+++	+++
Isolamento térmico (Inverno)	+		+	+
Isolamento térmico (Verão)	++	++	++	++
Absorção sonora	++	++	++	++
Vida selvagem	++	++	++	+++
Absorção de poeiras	++	++	++	++

Legenda: - Não influencia +pequena influencia ++ Influencia significativa +++ Forte influencia

O uso destas estruturas verdes tem grande potencial para uma mudança ambiental positiva em zonas urbanas densas, particularmente devido às grandes áreas de superfície dos edifícios que estão disponíveis para adaptar usando esta tecnologia. Por exemplo as emissões que se concentram num parque automóvel de vários andares podem ser reduzidas pela presença de áreas com grande folhagem. Um jardim vertical com grande massa de folhagem de plantas pode absorver dióxidos de carbono⁴² e partículas de metais pesados, como mostra a figura 32, enquanto faz sombra a estas grandes estruturas. Os benefícios resultantes dependem principalmente de factores de design, densidade de folhagem, condições de local e escala do projecto (www.urbangrow.com).

⁴² Gás levemente inflamável, incolor, inodoro e muito perigoso devido à sua grande toxicidade

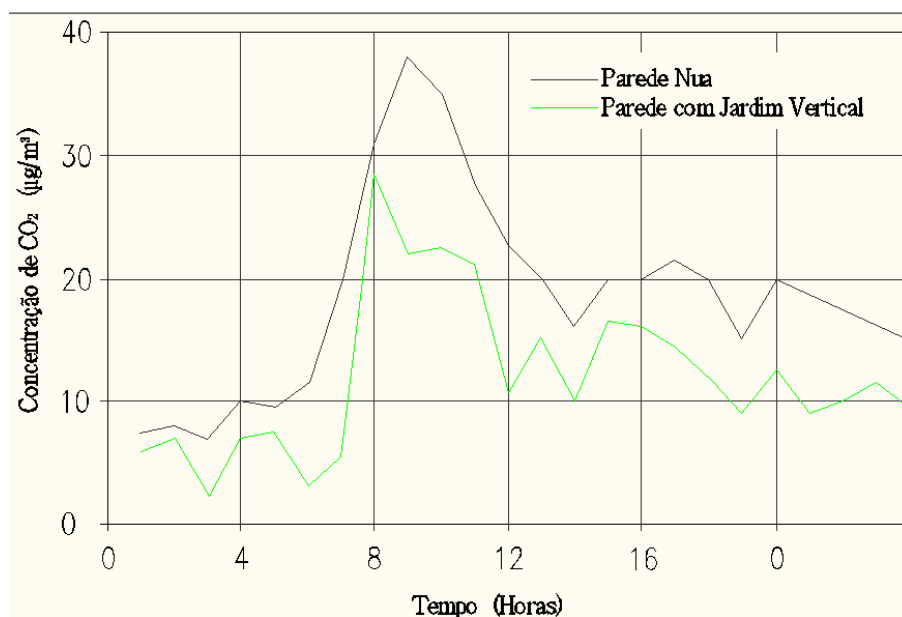


Figura 32:-Concentração média de CO₂ num parque de estacionamento (*Stuttgart-Vaihingen*) em parede com ou sem vegetação (Adaptado de: Ottelé, 2011)

Os benefícios dos jardins verticais são inúmeros, classificando-se em benefícios, para a envolvente urbana, para o próprio edifício ou para os dois em simultâneo. Como benefícios para a envolvente urbana do edifício destaca-se a redução do efeito ilha de calor, o aumento da biodiversidade, a melhoria da qualidade do ar exterior, assim como um melhoramento da estética do edifício e envolvência do mesmo com uma imagem natural, com vantagens para o conjunto urbano. Como benefícios para o próprio edifício destaca-se o contributo para a eficiência energética, a protecção da estrutura do próprio edifício, as melhorias na qualidade do ar interior, a protecção acústica, benefícios assim como benefícios em termos económicos e valorização do edifício. As tabelas 7 e 8 (benefícios públicos e benefícios privados, respectivamente) fazem uma classificação dos benefícios dos jardins verticais, assim como uma explicação completa (Costa, 2011; www.planetazul.pt; www.urbangrow.com):

3.2.1. Benefícios públicos

Tabela 7 - Benefícios públicos do uso de Jardins Verticais (Adaptado de: Costa, 2011; www.planetazul.pt; www.urbangrow.com)

Área de impacto	Descrição	Benefícios
Redução do efeito de ilha	A temperatura nas áreas urbanas cresce devido á substituição da vegetação natural por pavimentos,	<ul style="list-style-type: none"> • Promove processos de arrefecimento natural; • Reduz a temperatura ambiente nas áreas urbanas;

de calor	edifícios e outras estruturas necessárias para acomodar as crescentes populações. A vegetação arrefece os edifícios e as áreas circundantes através do processo deshading, reduzindo o calor refletido e a evapotranspiração.	<ul style="list-style-type: none"> • Quebra a corrente de ar vertical que refresca o ar ao abrandá-lo; • Sombra para as pessoas e as superfícies
Aumento da biodiversidade	Em qualquer cidade, uma parede nua pode ser transformada num jardim vertical, representando uma maneira de acrescentar elementos naturais a lugares onde estes foram uma vez removidos pelo homem.	<ul style="list-style-type: none"> • Permite recriar um sistema semelhante a ambientes naturais; • Possível recriar paisagens naturais; • Refúgio importante para a biodiversidade
Melhoria da qualidade do ar exterior	As elevadas temperaturas nos modernos ambientes urbanos com contínuo aumento da quantidade de veículos, ares condicionados e emissões industriais levaram a um aumento dos óxidos de nitrogénio (NOx), óxidos de enxofre (SOx), compostos orgânicos voláteis (COVs), monóxido de carbono (CO) e partículas em suspensão.	<ul style="list-style-type: none"> • Captura de partículas poluentes existentes no ar e deposição atmosférica nas folhagens das plantas; • Filtragem de gases nocivos e partículas em suspensão. • Um jardim vertical consegue absorver CO₂, ao passo que liberta O₂ • Uma fachada de 80m², poderá absorver cerca de 60Kg/ano de CO₂

<p>Estética do edifício</p>	<p>Os jardins verticais providenciam uma variação num ambiente onde as pessoas fazem o seu quotidiano. Numerosos estudos ligam uma melhor saúde e bem-estar geral à presença de plantas. A saúde humana sai a ganhar com a envolvência do mesmo na Natureza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cria interesse visual; • Oculta características visuais desagradáveis; • Aumenta o valor das propriedades; • Providencia elementos estruturais livres e interessantes; • Quebram a monotonia das cidades; • Proporcionam oportunidade de contacto com a natureza aumentando a sensação de conforto e diminuindo o stress, pressão arterial e tensão muscular;
-----------------------------	--	--

Os jardins verticais poderão assumir um papel fundamental no meio urbano. A carência de estruturas e superfícies verdes nas cidades vai-se degradando ao longo do tempo, podendo os jardins verticais assumirem-se como alternativa, cobrindo as indesejáveis superfícies “cinzentas” das fachadas do edificado, assim como potenciarem o aumento da biodiversidade e melhorando a qualidade do ar. A figura 33 expressa algumas dessas possibilidades (Ottelé, 2011).

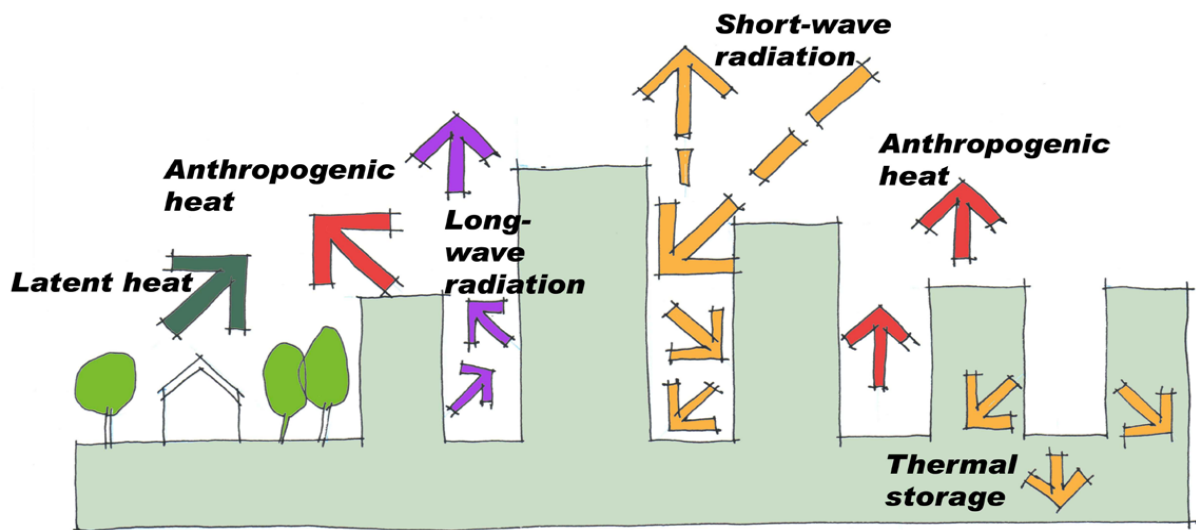


Figura 33 - alguns dos benefícios dos Jardins Verticais no contexto da cidade (retirado de: Hopkins, Goodwin, Milutinovic, & Andrew, 2010)

A tabela 8 compila uma série de benefícios que os jardins verticais proporcionam ao edifício e aos seus ocupantes, ao passo que os descreve, ajudando na sua compreensão:

3.2.2. Benefícios privados

Tabela 8 - Benefícios privados do uso de Jardins Verticais (Adaptado de Costa, 2011; www.planetazul.pt; www.urbangrow.com)

Área de impacto	Descrição	Benefícios
Eficiência energética melhorada	Melhoram a capacidade de insolação térmica através da regulação da temperatura exterior. A extensão desta melhoria depende de vários factores tais como o clima, a largura dos edifícios, a densidade da cobertura de plantas e o tipo de superfície do edifício.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprisiona uma massa de ar dentro da camada vegetal; • Limita a circulação de calor através de densas massas de vegetação; • Reduz a temperatura ambiente através do sombreamento e do processo de evapotranspiração das plantas; • Pode criar um amortecedor contra o vento durante os meses de inverno; • As aplicações interiores podem reduzir a energia associada ao aquecimento e arrefecimento do ar exterior para uso interno;
Protecção da estrutura do edifício	Os edifícios estão expostos às condições climáticas adversas e ao longo do tempo alguns dos materiais de construção orgânicos podem começar a quebrar, como resultado da contracção e expansão devido aos ciclos de congelamento/descongelamento e à exposição aos raios UV.	<ul style="list-style-type: none"> • Protege os acabamentos exteriores da radiação UV, dos elementos e flutuações de temperatura que desgastam os materiais; • Podem beneficiar o selar ou a junção das portas, janelas e revestimentos, diminuindo o efeito da pressão do vento; • Protecção contra intempéries.
Melhoria da qualidade do ar interior	Para projectos de interiores, os jardins verticais têm a capacidade de filtrar contaminantes que são regularmente enviados para fora dos edifícios através dos tradicionais sistemas de ventilação. A filtração é realizada pelas plantas, e no caso de bio-filtragem, microrganismos.	<ul style="list-style-type: none"> • Captura de poluentes no ar tais como poeira e pólen; Filtração de gases nocivos e COV's de tapetes, móveis e outros elementos de construção.

Regulação acústica	A vegetação dos jardins verticais contribui para a redução dos níveis de som que são transmitidos ou reflectem através da parede. Os factores que influenciam a redução de ruído são a profundidade do substrato, os materiais utilizados como componentes estruturais do sistema, e a cobertura global.	<ul style="list-style-type: none"> • Isolamento contra ruídos; • Redução de reflexões sonoras.
Marketing	A melhoria estética do edifício pode contribuir para pôr um projecto no mercado e proporcionar uma comodidade preciosa ao espaço.	<ul style="list-style-type: none"> • No futuro podem possibilitar a obtenção de incentivos e benefícios económicos e fiscais, á semelhança do que já acontece na Alemanha, Áustria e Suíça
Económicos	Apesar da sua importância, esse aspecto ainda é pouco pesquisado, embora possa ser o argumento definitivo numa tomada de decisão. As poucas evidências empíricas provam porém que ao se reduzir o uso de aparelhos de ar condicionado ou aquecimento se poupa no consumo de energia.	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do consumo de energia; • Aumento do valor da edificação no sector imobiliário e em suas imediações

Com a aplicação destas estruturas verdes o edifício torna-se ecologicamente mais sustentável, trazendo inúmeros retornos financeiros para o utilizador. Veja-se o exemplo da figura 34, que representa através de setas o efeito da incidência dos raios de sol e conseqüente aquecimento nas diferentes superfícies. No caso das incidentes na cobertura (na ausência de vegetação) parte da temperatura é reflectida, a outra passa para o interior, provocando o aquecimento do ar e conseqüente desconforto. No caso da incidência da parede (com vegetação) o calor é absorvido pelas plantas, impedindo a sua penetração para o interior, proporcionando desejáveis níveis de conforto térmico interior, sem recurso a equipamentos de arrefecimento e conseqüentes dispêndios energéticos (Hopkins, Goodwin, Milutinovic, & Andrew, 2010).

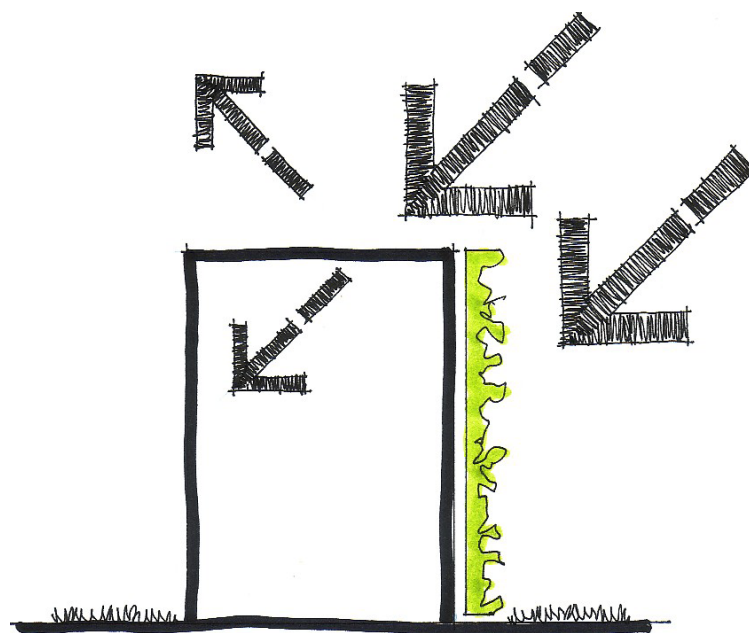


Figura 34 - Os jardins Verticais funcionam como barreira térmica para o edifício (Retirado de: Hopkins, Goodwin, Milutinovic, & Andrew, 2010)

Este tipo de vantagem pode não se traduzir num valor exacto. Está dependente do tipo de clima onde se encontra o edifício, mas sobretudo do tipo de estrutura adoptada, visto que possuem diferentes propriedades, se bem que semelhantes. Veja-se a explicação da tabela 9 que recorre à tecnologia informática para uma aproximação mais exacta dos valores de poupança energética (Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011).

Tabela 9 - Economia de energia (calculada com Termo de software 8.0) para poupança energética no aquecimento da temperatura; descida da temperatura e poupança energética no arrefecimento da temperatura para clima Mediterrânico ou Temperado (Adaptado de Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011)

Tipo de Sistema de Jardim Vertical	Benefício	Clima Mediterrânico	Clima Temperado
Fachada Verde de Auto-Apego	Poupança energética no aquecimento	1,2%	1,2%
	Descida da temperatura	4,5°C	2,6°C
	Poupança energética no arrefecimento	43%	-
Fachada Verde com independência da parede	Poupança energética no aquecimento	1,2%	1,2%
	Descida da temperatura	4,5°C	2,6°C
	Poupança energética no arrefecimento	43%	-

Paredes Vivas em sistemas pré-fabricados	Poupança energética no aquecimento	6,3%	6,3%
	Descida da temperatura	4,5°C	2,6°C
	Poupança energética no arrefecimento	43%	-
Paredes Vivas produzidas <i>in situ</i>	Poupança energética no aquecimento	4%	4%
	Descida da temperatura	4,5°C	2,6°C
	Poupança energética no arrefecimento	43%	-

Ainda numa tentativa de melhor entender os factos resultantes do ajardinamento da fachada de um edifício, vejam-se a figura 35:

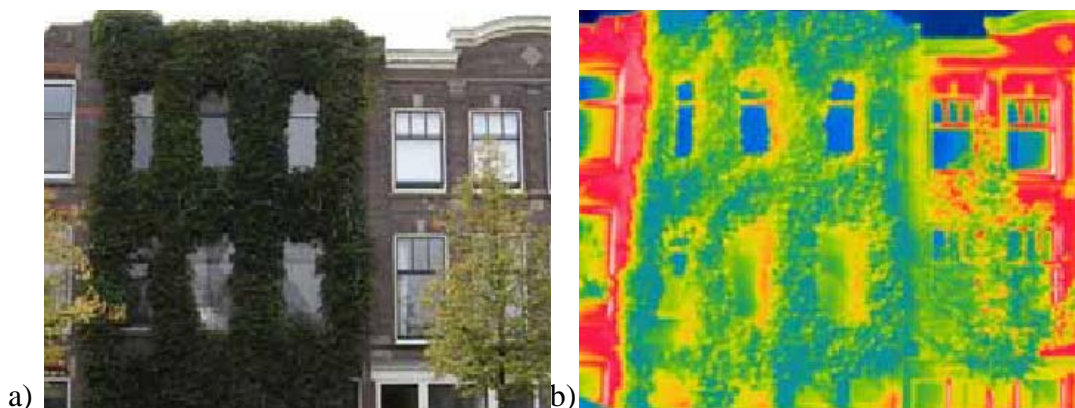


Figura 35 - Fachada com aplicação de vegetação em a) e seus resultados através de uma câmara de infra-vermelhos a uma temperatura de 21°C (Retirado de: Ottele, 2011)

Através das imagens, são visíveis os benefícios em termos de controlo térmico do edifício. Veja-se a diferença entre as zonas cobertas por vegetação e as que não a possuem. A cor verde e azul representa má permeabilidade às trocas de temperatura do interior com o exterior, contrariamente ao amarelo e vermelho. Desta pode-se mais uma vez comprovar a eficiência da vegetação no que confere á regulação térmica do edifício (Ottele, 2011).

No entanto, os jardins verticais por muito vantajosos que possam ser, apresentam também algumas desvantagens. A crítica comum aos jardins verticais é que os custos de construção e manutenção não são compatíveis com os benefícios gerados. Ainda não há muitos dados empíricos que demonstrem efectivamente os benefícios, principalmente ao meio ambiente. Muitos dos benefícios supracitados são baseados em experiências com coberturas

verdes e, portanto, trata-se mais de uma transposição dos resultados (Costa, www.vitruvius.com.br, 2011).

Luís de Garrido, mesmo aplicando este conceito em parte dos seus projectos como na Green Box, que será analisada no capítulo seguinte como caso de referência ou na sua Eco-House, afirma que existem poucas vantagens em comparação com o seu elevadíssimo preço, já que esta prática não tem nenhuma vantagem adicional em comparação com qualquer fachada ventilada e estas só tem justificação no verão ou em climas muito quentes, com a agravante da discrepância de custos. Segundo o mesmo, um jardim vertical custa entre 300€ e 500€/m², enquanto que uma fachada ventilada convencional fica-se pela ordem dos 50€ a 150€/m². Além disso, as estruturas verdes têm ainda custos adicionais de manutenção, constante reposição de plantas e elevada necessidade de rega e nutrientes, com a agravante da sua aplicação implicar elevados conhecimentos de botânica, só ao alcance dos melhores técnicos. Dai que o seu uso só se justifique por razões políticas, simbólicas e visuais, depois de uma comparação custo/benefício (Garrido, 2011).

No entanto, os jardins verticais são uma constante nos projectos sustentáveis de Garrido, com o intuito de conjuntamente com outros meios garantir a melhor sustentabilidade para as suas obras. Retira-se daqui que provavelmente devido á sua actualidade e deficiência de exploração, mesmo os técnicos mais competentes nesta matéria têm dificuldades em perceber até que ponto serão vantajosas, contradizendo-se por vezes (Garrido, 2011).

No entanto, esta prática de aplicação de estruturas verdes e naturais nos edifícios merece destaque. Deverá ser divulgada e os governos deverão criar políticas de incentivo financeiro, de forma a tornar o espaço público mais natural e gerador de relação humana com a Natureza (Aragão, 2011).

3.3. Políticas de Incentivo aos Jardins Verticais e lições para Portugal

Os benefícios dos Jardins Verticais são já conhecidos um pouco por todo o mundo, onde se destacam países como a Alemanha, França, Holanda, Japão, Austrália, E.U.A., Canadá e Singapura, que promovem a aplicação de jardins verticais através das suas políticas de incentivo financeiro e informativo. No entanto, em Portugal os exemplos são ainda reduzidos, havendo carências de incentivo e informação a este conceito como forma de propagação dos seus potenciais a nível ambiental (Aragão, 2011; Florentino, 2011; Gerhardt & Vale, 2010)

Na Alemanha, várias cidades já contam com programas de incentivo às construções mais ecológicas, o que inclui os jardins verticais, a fim de melhorar o ambiente urbano. Supõe-se que no futuro estes se tornem numa urgência, como já acontece com as coberturas ajardinadas (Costa, 2011).

Na sua cidade de Frankfurt, está-se a construir uma parede viva ondulada, da autoria de Patrick Blanc, com uma extensão de 1300m de comprimento e 5m de altura. O muro funcionará como barreira de protecção para o “pulmão” verde da cidade. Segundo o seu criador, quando se circula pela avenida onde o muro está implantado, sente-se como que se estivesse numa floresta brasileira (Costa, 2011).

Também na Alemanha, mas na cidade de Estugarda, criaram-se políticas de incentivo á preservação do espaço aberto e criação de estruturas vegetais, a fim de combater os seus problemas relacionados com a má qualidade do ar, desde a década de 70 (Kazmierczak & Carter, 2010).

Na Austrália, na cidade de Melbourne, organismos públicos e privados uniram-se numa tentativa de criar mais coberturas ajardinadas. Em 2009, a cidade lançou um apelo para que os proprietários dos imóveis possam candidatar-se á construção gratuita dos mesmos, em contra-partida terão que suportar futuras despesas de manutenção. Tendo em conta os contributos dos jardins verticais para o ambiente das cidades, é de prever que muito em breve o mesmo aconteça para estes, numa tentativa de melhorar a qualidade do ar e provar que a natureza pode coexistir com o ambiente construído (Costa, 2011).

O mesmo país destaca-se ainda pela criação de artigos periódicos (*Feasibility Study: Living wall system for multi-storey buildings in the Adelaide climate*), financiado pelo seu governo, como forma de promover os jardins verticais, a fim de reduzir a sua pegada de carbono (Hopkins, Goodwin, Milutinovic, & Andrew, 2010).

Em Itália, na cidade de Faenza, está implementado um programa de incentivo aos desenvolvedores de práticas biológicas na cidade. O programa visa a poupança de energia, desenvolvimento de qualidade estética dos bairros, para além de criar melhores condições micro climáticas, para se preparar para as futuras altas temperaturas, associadas á mudança climática. Estes incentivos destinam-se a aumentar as estruturas verdes, tanto nas coberturas nas fachadas, ou no espaço envolvente aos edifícios, tendo em conta os seus benefícios já comprovados (Kazmierczak & Carter, 2010).

3.4. Jardins Verticais no contexto da Arquitectura Contemporânea

Já são conhecidas as vantagens dos jardins verticais, desde o ponto de vista da sustentabilidade, como a melhoria do clima e da qualidade do ar assim como da biodiversidade entre outros. No entanto, para a arquitectura contemporânea, apresentam uma combinação incomum, através do seu padrão, material, textura e cor, sendo uma fuga à rotina, um toque de beleza atraindo a atenção para um edifício que simboliza a vida, através da sua face amiga do ambiente (Gerhardt & Vale, 2010; Pinho F.).

A partir da tensão estimulante entre a natureza e a arquitectura surgiu um novo conceito que se propagou rapidamente, denominada por parede viva. Há cerca de 30 anos atrás, Patrick Blanc introduziu novas técnicas de ajardinamento vertical. O uso de plantas para revestir as paredes já não era novidade, no entanto, os avanços técnicos e científicos permitiram elaborar os melhores exemplos, como abordar o recurso a novos materiais e conceitos, no ponto de vista da impermeabilização, novos sistemas irrigação, cultivo, etc. Permitiram o reprocessamento da conceptual e a proliferação das fachadas verdes, permitindo que o natural e o artificial tenham deixado de ser considerados uma oposição (Barahona, 2009; Vialard, 2010).

Através dos jardins verticais, a natureza deixa de ser apenas a base da actividade humana, passando a ser utilizada como um material adequado e abstracto, especialmente, na busca da complexidade da arquitectura. Este material de base natural, atende a parte das necessidades da concessão arquitectónica. Por outro lado, o seu uso na fachada, permite a interacção do usuário, com a cidade. (Barahona, 2009).

Segundo Barahona (2009), na actualidade, estes sistemas são usados de modo criativo, para produzir novas formas de arquitectura e de cidade, para tornar os edifícios nas referências do local, a nível mundial.

Actualmente são inúmeras as parcerias entre a arquitectura e a botânica destacando-se arquitectos como Herzog & Meuron⁴³ ou Jean Nouvel⁴⁴ por exemplo, e Patrick Blanc, como já foi referido, considerado o criador da parede viva. De parcerias entre arquitectura e botânica surgiram obras de que são exemplo a Caixa Forum em Madrid, o museu Quai Branly em Paris, Mass Studies em Seul ou o Edifício Consorcio Sede de Santiago no Chile. Veja-se alguma descrição:

⁴³ Herzog & Meuron arquitectos associados – empresa sediada na suíça em 1978 pelos sócios de nacionalidade suíça Jacques Herzog e Pierre de Meuron

⁴⁴ Jean Nouvel (França-1945) prestigiado arquitecto formado na École des Beaux-Arts em Paris

Caixa Fórum Madrid, é um museu, obra da sociedade de Arquitectos suíços Herzog & Meuron, com a parceria de Patrick Blanc, para a implementação da vegetação, sobre uma antiga estação de energia. Conta agora com uma parede gigantesca com mais de 15000 plantas e 250 espécies. Este projecto ganhou relevância um pouco por todo o mundo, graças á criatividade do “movimento verde” implantado na sua fachada (D’Addezio; Pinho s.d. ; Vialard, 2010).

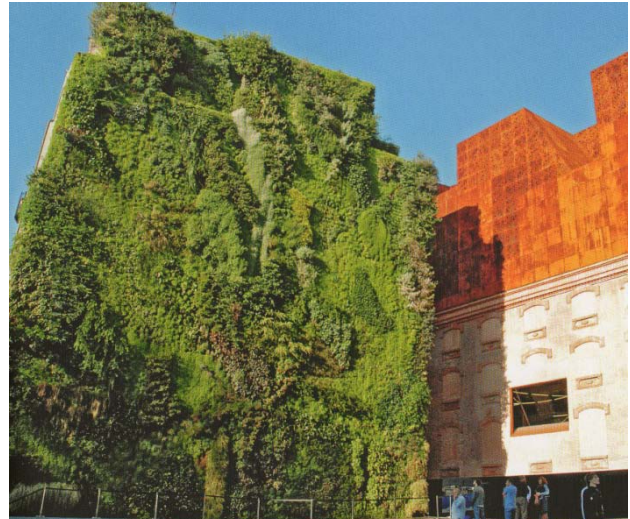


Figura 36 - O edifício de Herzog & Meuron rapidamente ganhou destaque no panorama da arquitectura contemporânea, sendo uma imagem de marca de Madrid (Retirado de: Vialard, 2010)

- O **Museu Quai Branly**, que no próximo capítulo será apresentado como um dos casos de estudo, situa-se junto ao rio Sena em Paris e é uma das obras mais conceituadas do arquitecto Jean Nouvel. A sua ideia era conseguir um espaço expositivo com um carácter natural e selvagem no coração de Paris. A vegetação tornou-se numa parte importante do projecto. Para além das vantagens para a envolvente e para o edifício, tornou-se no principal material constituinte da fachada, mas mais substancialmente, no elemento mais atractivo do projecto (Barahona, 2009; Vialard, 2010).



Figura 37 - É um dos edifícios mais conhecidos de Jean Nouvel, sendo a sua Parede Viva o elemento característico do Projecto (Retirado de: Barahona, 2009)

- **Mass Studies**, é um pequeno complexo comercial da autoria dos arquitectos Minsuk Cho ⁴⁵ e Kisu Park, construído em Seul, na Coreia do Sul em 2007 (Pilloton, 2008).



Figura 38 - um pouco por todo o planeta a arquitectura procura nos Jardins Verticais uma razão de expansão e reconhecimento como é o caso do Mass Studies em Seul (Retirado de: Barahona, 2009)

Este está integrado numa área residencial e pretende obter uma síntese das diferentes forças contraditórias que lhe dão forma. As tensões de programa e escala com a cidade, são resolvidos pela continuidade da superfície vegetais,

capazes da unidade e da diversidade, sendo o edifício um corpo sintético natural e artificial, um continuo entre diferentes usos, uma aproximação de cidade e natureza (Barahona, 2009).

Tornou-se numa referência mundial pelas suas formas complexas e sinuosas mas sobretudo pela forma como se consegue recobrir de plantas naturais (Barahona, 2009).

- **O Edifício Consorcio Sede de Santiago** no Chile é mais um exemplo de exuberância e reconhecimento através das suas características verdes e sustentáveis. Obra dos arquitectos Enrique Browne ⁴⁶ e Borja Huidobro ⁴⁷. Caracteriza-se pela sua fachada oval e escalonada em 3 níveis voltada a sul. Conta com 3000m² de vegetação plantada em 3 caixas de substrato, uma por nível. A sua superfície ajardinada corresponde aproximadamente à área que ocupa no solo, numa tentativa de compensação ao território conquistado á



Figura 39 - No Chile, este destaca-se pela utilização de Fachadas verdes plantadas em caixas de substrato em 3 níveis (Retirado de: www.plataformaarquitectura.cl)

⁴⁵ Minsuk Cho (Coreia do Sul 1966) arquitecto formado na Universidade de Columbia nos E.U.A.

⁴⁶ Enrique Browne & associados – empresa de arquitectura fundada no Chile em 1974

⁴⁷ Borja Huidobro influente arquitecto chileno

cidade. A sua vegetação mutável com as diferentes estações do ano pretende devolver qualidade ambiental à cidade, assim como sombrear o edifício (www.plataformaarquitectura.cl).

- Em Portugal, na cidade de Lisboa destacam-se as **Natura Towers** que também serão analisadas como um dos casos de estudo no próximo capítulo. O projecto é da autoria do gabinete português de arquitectura JPG. É um projecto inovador no nosso país, devido ao equilíbrio na relação entre a tecnologia, a funcionalidade, o conforto, a estética, as preocupações ambientais, a poupança de custos e o recurso a estruturas naturais (MSF, s.d.).

As suas características sustentáveis, o facto de ser o primeiro edifício em Portugal a obter a classificação energética A+⁴⁸ mas principalmente o recurso a estruturas verdes, como fachada verde em determinados módulos da sua estrutura de parede viva, numa faixa vegetal a toda a altura da fachada, transportam a sua imagem e conhecimento para o panorama da arquitectura mundial (Arruda, Natura Towers, 2011).

Este edifício também se torna numa referência pelo recurso a dois tipos de jardim vertical distintos. Fachada verde no uso de plantas tipo trepadeiras, que crescem verticalmente, “agarrando-se” a uma estrutura metálica, e parede viva, onde as plantas se desenvolvem e suportam ao longo da parede. Estes termos, provêm de uma classificação, para melhor se compreenderem as suas características.



Figura 40 - Em Portugal, as Natura Towers foram o primeiro edifício a conseguir a classificação energética A+, através das suas características das quais os Jardins verticais também contribuem, facto que o transporta para o panorama da arquitectura mundial (Retirado de: MSF, s.d.)

⁴⁸ escala relativa ao consumo energético usada em países da União Europeia

3.5. Tipos de Jardins Verticais

Para uma melhor classificação, os jardins verticais dividem-se essencialmente em duas categorias, fachadas verdes e paredes vivas. A primeira implica substrato (terra) para a sobrevivência das plantas, que pode ser o próprio solo, assim como disposto em caixas de substrato ao longo da parede. São usadas plantas à base de trepadeiras, que crescem essencialmente através de cabos de aço ou por auto apego através da rugosidade da parede. As paredes vivas, por sua vez, consistem em formas de ajardinamento mais complexas, podendo ser pré fabricadas ou produzidas no local (*in situ*). Estas últimas são as mais complexas mas mais eficazes. É o método usado por Patrick Blanc, que consiste na plantação em camadas de feltro suportado em placas de PVC⁴⁹. As plantas deverão possuir determinadas propriedades de forma a sobreviverem na ausência de substrato. A sua sobrevivência é garantida através de um eficaz e constante sistema de rega por gravidade. A figura 41 apresenta de forma simples a relação entre os diferentes tipos de jardins verticais, enquanto que a tabela 10, indica os diferentes tipos, fazendo algumas comparações entre eles (Costa, <http://www.vitruvius.com.br>, 2011; Mir, 2011; Vialard, 2010; www.urbangrow.com):

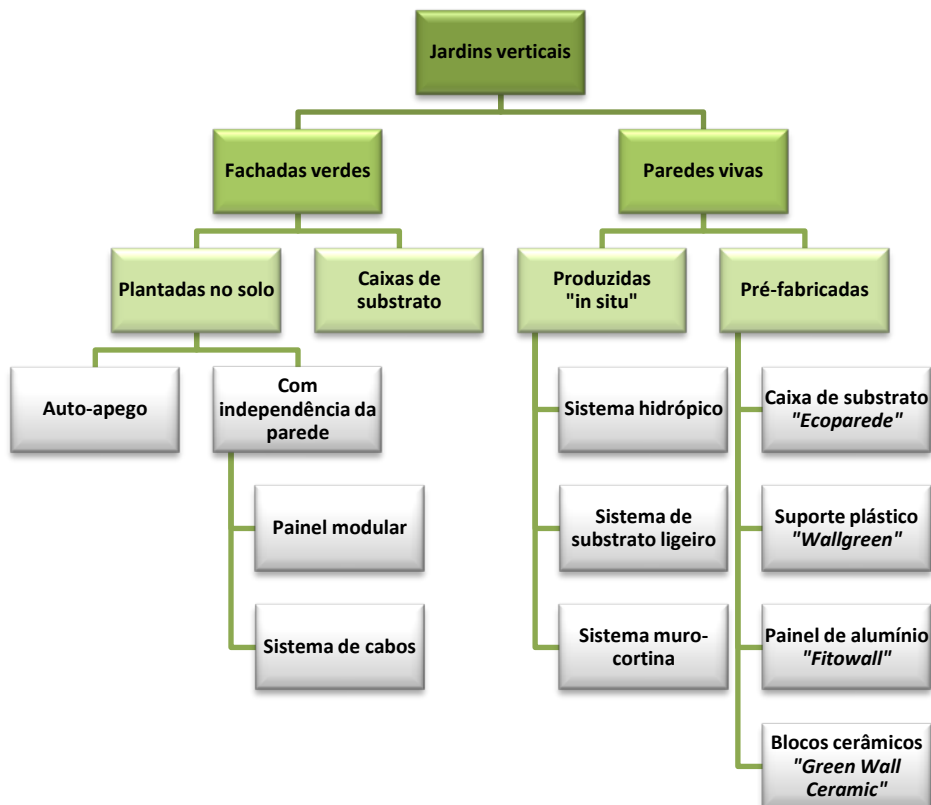


Figura 41 - Relação dos tipos de Jardins Verticais segundo: Archer, 2011; Florentino, 2011; Ottelé, 2011; Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011 (Desenhado pelo autor)

⁴⁹ policloreto de vinil

Tabela 10 - Síntese dos Tipos de Jardins Verticais (Tabela pelo autor)

	Fachadas Verdes				Paredes Vivas				
	Plantadas no solo		Plantadas em caixa de Substrato		Sistema: -Hidrópico -Substrato Ligeiro -Muro-Cortina	Tipo Caixa de Substrato “Ecoparede”	Tipo caixa de suporte plástico “Wallgreen”	Tipo painel de alumínio “Fytowall”	Tipo blocos cerâmicos “Green Wall Cerâmico”
	Auto-apego	Independente da parede	1 Nível	2 ou mais níveis					
Ilustração									
Tipo	Directo	Indirecto	Indirecto	Indirecto	Indirecto	Indirecto	Indirecto	Indirecto	Directo
Enraizamento	Solo	Solo	Caixa	Caixa	Bolsas	Caixa	Vasos	Caixas	Caixas
Substrato	Terra	Terra	Terra	Terra	Feltro	Terra	Terra	Aminoplasto	Terra
Sistema de Suporte	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Tipo de plantas	Escalada	Escalada	Escalada	Escalada	Arbustos	Arbustos	Arbustos	Arbustos	Arbustos
Caixa-de-ar	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Ausente
Alt. máx. da parede	30m	30m	30m	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Sistema de rega	Natural	Natural	Por goteje	Por goteje	Por goteje	Por goteje	Por goteje	Por goteje	Por goteje
Manutenção	Poda	Poda	Poda	Poda	Poda e substituição	Poda e substituição	Poda e substituição	Poda e substituição	Poda e substituição
In situ	X	X	X	X	X				X
Pré-fabricado		X	X	X		X	X	X	

3.5.1. Fachadas Verdes

As fachadas verdes são um sistema de jardim vertical em que plantas á base de trepadeiras são plantadas na base da parede, no topo ou em caixas suspensas de substrato. É importante que as plantas sejam treinadas para cobrir total ou parcialmente as paredes do edifício.

Este método pode ocorrer da forma mais natural por auto-apego das plantas, quando elas não necessitam de qualquer meio adicional para se sustentarem, ou em casos mais criativos e tecnologicamente avançados, onde são necessários sistemas de painéis modulares, ou sistemas de cabos. Desta forma poder-se-ão ainda diferenciar os tipos de sistema, quanto á sua dependência da parede ou auto-dependência. A figura 42 mostra de forma esquemática 4 tipos de fachada verde (Mir, 2011; GreenRoofs, 2008):

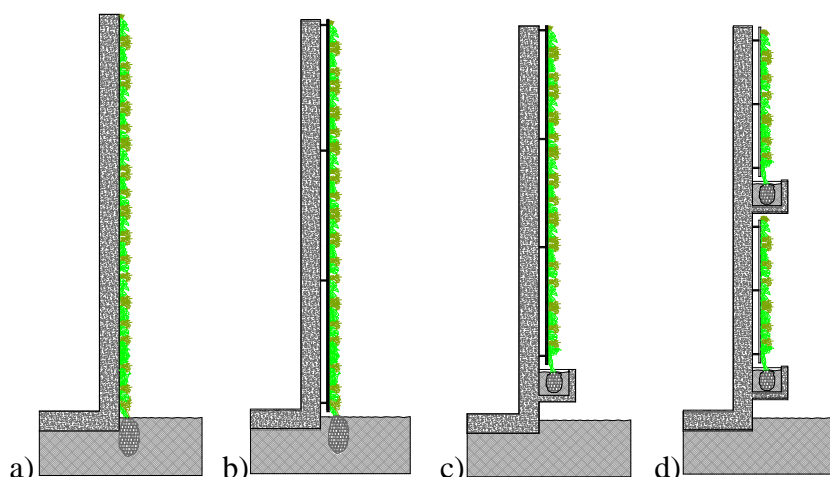


Figura 42 - Os 4 tipos de Fachada verde: a) auto-apego; b) com dependência da parede; c) em caixa de substrato de 1 nível e d) caixa de substrato de 2 ou mais níveis (Desenhado pelo autor)

3.5.1.1. Fachadas Verdes plantadas no solo

As plantas possuem as suas raízes no solo e crescem ao longo da fachada. Este sistema tem a desvantagem de levar cerca de 3 a 5 anos até que o edifício fique totalmente coberto de vegetação, dependendo do tamanho da parede e da quantidade de espécies plantadas. Em contra-partida são sistemas de fácil montagem e manutenção. A rega também não se torna difícil, comparativamente a outros sistemas, uma vez que a raiz das plantas se encontra no solo ou em caixas com quantidades consideráveis de terra. Esta categoria pode ser dividida em sistemas de plantas de auto-apego (directamente na parede) ou sistemas de plantas que

necessitam de estruturas de suporte complementares (indirectamente na parede) (GreenRoofs, 2008; Mir, 2011).

a) Auto-apego

Segundo Ottelé (2011), as plantas de auto-apego possuem uma forte tendência para crescer verticalmente em direcção à luz, fenómeno denominado por fototropismo. Estas plantas trepadeiras possuem raízes aéreas ou ventosas que lhe permitem aderir directamente à parede, como se verifica pela figura, sem necessidade de um sistema de suporte adicional. A hera comum (*HederaHelix*) e a hera de boston (*Parthenocissus*) são exemplos de plantas que podem ser usadas neste sistema, podendo crescer 30 metros cobrindo grandes superfícies.



Figura 43 - Exemplo de planta que dispensa estruturas de suporte, sendo a rugosidade da parede suficiente para o seu desenvolvimento (Retirado de: Ottelé, 2011)

A superfície da fachada deve ser preferencialmente rugosa como as rochas ou os troncos das árvores sobre os quais estas plantas crescem naturalmente. Superfícies lisas como metal, vidro ou plástico não são favoráveis para este sistema (Ottelé, 2011).

A sua maior desvantagem prende-se com o facto de estas poderem causar danos à superfície da parede através das suas fortes e densas raízes e ao seu défice de manutenção (Mir, 2011; www.s3i.co.uk).

b) Com independência da parede

Segundo Mir (2011), nem todas as espécies de plantas possuem propriedades adesivas que lhe permitam aderir à parede e crescer sobre ela. Para essas espécies são necessárias estruturas adicionais de suporte, as quais são aplicadas de forma a permitir que as plantas cresçam ao longo da estrutura e cubram a fachada. A estrutura de suporte dá a oportunidade das plantas crescerem mais e desenvolverem os seus ramos na direcção vertical.

Neste sistema, as plantas mantêm uma distância relativamente à parede estrutural, capaz de possibilitar a circulação do ar, útil para o arrefecimento da superfície. Há duas formas distintas de construir estas fachadas: por painéis modulares ou por sistemas de cabos de aço, que servem de apoio às plantas. (Mir, 2011; GreenRoofs, 2008).

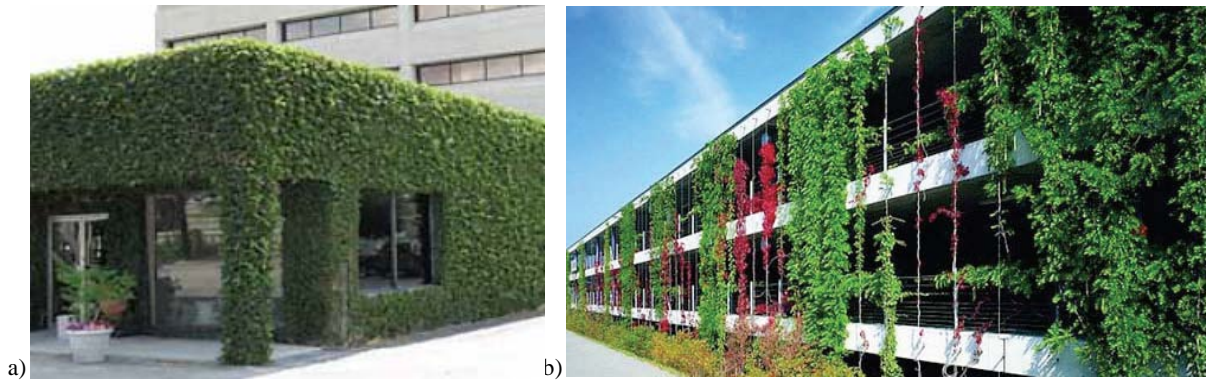


Figura 44 - 2 exemplos de fachada verde: a) através de painel modular (Retirado de: Mir, 2011); b) através de sistema de cabos (Retirado de: GreenRoofs, 2008)

▪ Sistema de painel modular

O bloco de construção deste sistema modular consiste num painel tridimensional rígido e leve, feito a partir de um arame de aço galvanizado revestido e soldado que suporta as plantas. Este painel é desenhado de modo a que as plantas cresçam fora das paredes e não se agarrem directamente às superfícies, criando um meio onde podem crescer à vontade, o que ajuda a manter a integridade da membrana superficial do edifício (Mir, 2011).

Os painéis podem ser empilhados de modo a cobrir grandes superfícies ou modelados para criar diferentes formas e feitios. A rigidez do aço também permite criar extensões entre estruturas, podendo assim ser utilizado em paredes verdes autónomas (GreenRoofs, 2008; Greenscreen, 2011).



Figura 45 - Sistema de malha aplicado na parede que servirá de suporte à planta (Retirado de: Carl Stahl, 2008)

▪ Sistema de cabos

Os sistemas de redes de cabo como o próprio nome indica utilizam cabos em aço. Este sistema é utilizado nas fachadas desenhadas para suportar plantas trepadoras de rápido crescimento e com folhagem densa (www.urbangrow.com).



Figura 46 - Crescimento das plantas através de um sistema de cabos em aço (Retirado de: Carl Stahl , 2008)

Os cabos têm particularidades próprias de baixo peso e diâmetro, de forma a tornarem-se praticamente invisíveis, dando maior destaque às plantas. Os mesmos têm alta flexibilidade, permitindo uma rápida e simples instalação, para além de possuírem alta aderência para as plantas (Carl Stahl , 2008).

Este sistema permite cobrir os vãos do edifício, devido ao seu relativo afastamento, sendo uma forma oportuna para impedir a entrada dos raios solares em períodos quentes (www.ecotelhado.com.br).

3.5.1.2. Fachadas verdes em caixas suspensas de substrato

Segundo Mir (2011), este sistema tem particularidades semelhantes aos restantes no seio das fachadas verdes, distingue-se pelo uso de caixas de substrato, de onde as plantas descem em cascata ou crescem verticalmente sobre os mais diversos sistemas de auto apego, painel modular ou cabos.

As caixas de substrato podem-se posicionar na margem das fachadas, das coberturas, ou em sistemas de suspensão. É necessário um sistema de rega contínuo, uma vez que as plantas não estão enraizadas directamente no solo. Além disso, devido ao pequeno espaço disponível nas caixas, as plantas não podem crescer ilimitadamente. Por esta razão as plantas crescem limitadamente em largura e comprimento. Assim, podem existir uma ou mais caixas de substrato, consoante as características da planta e altura da parede, onde poderá haver necessidade de vários níveis de caixa de substrato em edifícios de grande altura, conseguindo-se mais rápida e eficientemente a cobertura da fachada pela vegetação. Este sistema poderá ser o ideal para edifícios tipo escalonados nos quais se pretende uma fachada verde, como é o

caso do edifício consórcio sede de Santiago em Espanha, visível na figura 47 (b)) (Mir, 2011; www.plataformaarquitectura.com).



Figura 47 -Sistemas de caixa de substrato de diferentes níveis: a) 1 Nível(Retirado de: www.mixstones.com.br, 2012); b) vários níveis, como é exemplo o edifício Consórcio Sede em Santiago do Chile (Retirado de: www.plataformaarquitectura.cl)

3.5.2. Paredes Vivas

Comparativamente às Fachadas Verdes, estes sistemas são mais complexos na sua construção, requerem mais manutenção, assim como uma rega mais exaustiva. Consistem em sistemas construídos no local (*in situ*) ou pré fabricados, das mais diversas formas ou materiais, capazes de criar condições de sobrevivência para a planta ao longo da parede. A constante necessidade de rega advém da necessidade de reduzir o substrato da planta ao máximo, ou mesmo na sua totalidade, reduzindo o peso total do jardim e dessa forma se garantir o equilíbrio da estrutura. As suas características são as mais apropriadas para permitir agradáveis experiências de composição de diferentes plantas, permitindo interessantes desenhos e jogos de cores (Garrido, *Sustainable Architecture*, 2011; www.urbangrow.com).

Segundo Garrido (2011), o seu conceito estrutural assemelha-se a uma fachada ventilada vulgar. Construtivamente deverá existir uma parede interior de elevada massa térmica com uma camada de isolamento térmico na parte exterior. Como revestimento da parede e do isolamento, separada por uma pequena caixa-de-ar ventilada, deverá estar a vegetação. A caixa-de-ar é de vital importância para uma parede viva, para além de servir como meio para dissipar o calor da camada exterior (de vegetação neste caso), é necessária para evitar que a água chegue á camada de isolamento.

Na escolha das espécies vegetais, deve haver especial cuidado em seleccionar plantas com um rápido crescimento, reduzidas dimensões, e sobretudo devem-se combinar entre si de modo complementar biologicamente. Na medida do possível é altamente recomendável a utilização de espécies nativas, assim como espécies de alta capacidade de adaptação ao tipo de ambiente (Garrido, 2011; Groult, 2008).



Figura 48 - Aspecto de uma Parede viva no museu de Quai Branly em Paris do Botânico Patrick Blanc (Retirado de: Vialard, 2010)

O sistema construído no local (*in situ*) é constituído á base de mantas de feltro, estando por isso muito dependente da água para a sua sobrevivência. Permitem suportar uma grande diversidade e densidade de espécies de plantas e é usado por experientes técnicos de paredes vivas como Patrick Blanc ou Luis de Garrido (Florentino, 2011; Groult, 2008; Vialard, 2010; www.urbangrow.com).

No caso dos sistemas pré fabricados, a sua instalação não requer técnicas tão qualificadas, visto que esse trabalho é desenvolvido anteriormente à instalação pelas empresas que os fabricam. Podem aparecer no mercado nas mais diversas formas e constituídos pelos mais diversos materiais, como pequenas caixas de substrato, painéis de suporte em plástico ou PVC, painéis de alumínio ou á base de elementos cerâmicos (Groult, 2008; Mir, 2011; Vialard, 2010).

3.5.2.1. Sistemas Produzidos *In situ*

Como o próprio nome indica, estes sistemas são elaborados directamente nas paredes, através da aplicação de camadas de lã de rocha, feltro ou geo-texteis. Estes servem de suporte vital à vegetação, substituindo o seu substrato. Para tal escolhem-se plantas apropriadas para o efeito, onde as camadas de substituição do substrato têm a função de armazenar os nutrientes das plantas. Estes sistemas são complexos e totalmente dependentes de regas constantes, mas em contra-partida permitem jardins verticais, com interessantes jogos de plantas, onde se destacam criadores tais como Patrick Blanc ou Luis de Garrido. (Garrido, 2011; Groult, 2008; Vialard, 2010).

a) Sistema hidrópico

Relativamente aos sistemas de parede viva, produzidos *in situ*, este consiste no mais antigo e mais simples. É o sistema de jardim vertical usado por Patrick Blanc. A sua estrutura consiste na instalação de ripas verticais (e algumas horizontais) sobre o muro, com a finalidade de obter uma superfície perfeitamente vertical e independente da parede, a fim de garantir afastamento entre a parede e a estrutura verde, para a circulação de ar. Sobre este sistema de ripas fixa-se um painel

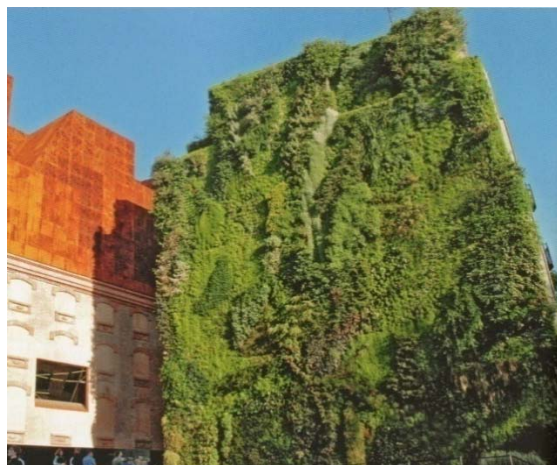


Figura 49 - Interessante composição de cores e texturas na fachada do edifício Caixa Fórum em Madrid do botânico Patrick Blanc (Retirado de: Vialard, 2010)

de polietileno reticular ou PVC. Este painel tem a finalidade de suportar as camadas de feltro armado que aguentará o peso das plantas. Em geral, com este sistema, pode-se colocar uma média de 20-30 plantas/m² (Garrido, 2011; Groult, 2008; Vialard, 2010).

O feltro é resistente e consta de 2 ou 3 camadas, dependendo do autor. Por exemplo, Blanc aplica 2 camadas, enquanto Garrido aplica 3. Estas são devidamente fixadas à sua estrutura de polietileno ou PVC, onde seguidamente se faz uma série de rasgos horizontais como forma de cavidade para a introdução da raiz das plantas (Garrido, 2011; Groult, 2008).

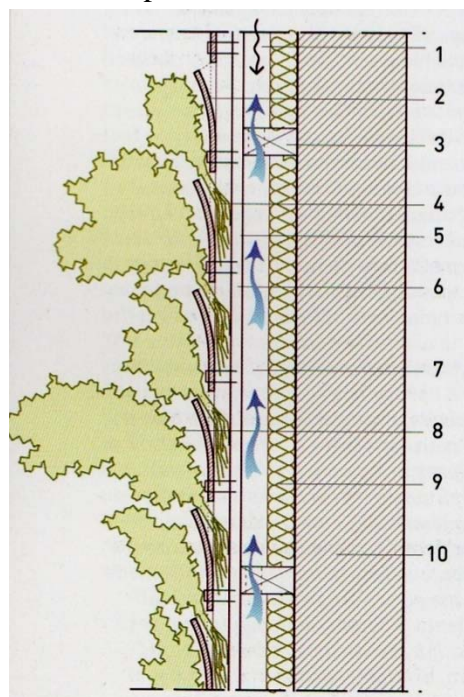


Figura 50 - Corte explicativo de uma Parede Viva Hidrópica:

1. Água;
2. Camada de feltro ou outro;
3. Ripa horizontal;
4. Raíz;
5. Grampo metálico;
6. Camada de polietileno ou PVC;
7. Caixa-de-ar ventilada;
8. Vegetação;
9. Isolamento térmico;
10. Parede estrutural

(Retirado de: Garrido, 2011)

Segundo Garrido (2011), os rasgos devem ser muito pequenos para que segurem com robustez as plantas que inicialmente são de pequeno tamanho. Este sistema gera jardins verticais irregulares com grandes mudanças de forma e volume. Devido ao seu sistema de construção, não permite realizar jardins uniformes, tipo tapeçaria e a densidade de plantas que se pode

colocar é relativamente baixa. Com a finalidade de compactar o jardim e para que não se vejam zonas sem vegetação, as plantas devem ter um tamanho considerável.

Este modelo de Parede Viva necessita de um sistema de rega abundante, geralmente à base de um sistema tubular horizontal de rega por cortina. Estes tubos são perfurados e devem colocar-se no máximo distanciados a 4m de altura. Só deste modo se pode assegurar que o feltro é continuamente humedecido com a finalidade de fornecer água e nutrientes às raízes das plantas. Este sistema é absolutamente hidrópico, nomeadamente não dispõe de terra nem substrato vegetal (com a finalidade de reduzir ao máximo o peso do jardim) e portanto tem necessidade de contínua e constante rega. A água, enriquecida de nutrientes, cai por gravidade humedecendo o feltro e as raízes, por vezes, recorre-se a um sistema convencional de recolha de águas na parte inferior do jardim (Garrido, 2011; Groult, 2008; Vialard, 2010).

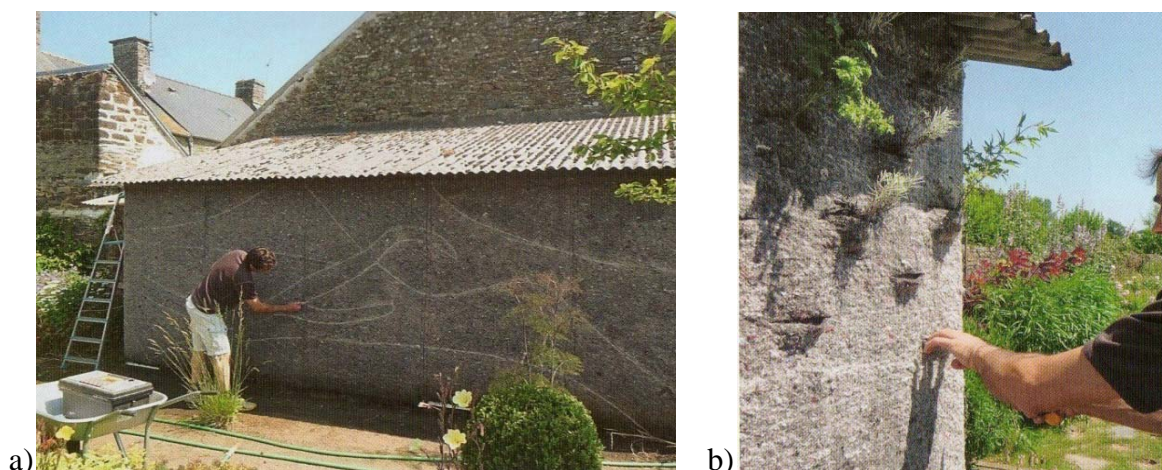


Figura 51 - Fases construtivas de uma Parede Viva: a) desenho sobre o feltro para a aplicação de diversas espécies; b) plantação através de pequenos orifícios no feltro (Retirado de Vialard, 2010)

Este sistema tem a vantagem do seu reduzido peso e consequente facilidade de suporte na parede, fácil adaptabilidade a diferentes edifícios e tipos de parede ou vãos, no entanto apresenta as seguintes desvantagens (Garrido, Sustentable Architecture, 2011; Groult, 2008; Vialard, 2010):

- Têm um preço arbitrário e muito elevado (na Europa o preço médio é de 500€/m²);
- Consomem uma enorme quantidade de água e de nutrientes, porque o feltro não os consegue reter;
- Necessitam de um sistema complexo de rega e filtração;
- O sistema é absolutamente sensível às falhas da rega. Numa eventual falha, poderão morrer muitas plantas;
- Necessitam de muito mantimento e muitos cuidados, de forma permanente e contínua;
- A sua manutenção é cara (na Europa o custo médio é de 4€/m² por ano);

- Há necessidade de grande reposição de plantas por secagem (uma média de 15% de plantas por ano).

b) Sistema de Substrato Ligeiro

Em termos conceituais este sistema de parede viva assemelha-se ao anterior (sistema hidrópico), no entanto possui algumas características que o tornam diferente. Como se pode verificar pela figura 52, assemelha-se na sua estrutura, que consiste no sistema de ripas que garante o afastamento à parede estrutural. As diferenças verificam-se na cobertura das ripas. Sobre elas são colocadas bandejas com pequenas quantidades de substrato, onde são introduzidas as raízes das plantas.

As bandejas são de polietileno reticular, com espessura que oscila entre 5 e 15cm, pelo que as células das bandejas têm dimensões aproximadas de 10 por 10cm e estão perfuradas com múltiplos pequenos orifícios. Estas bandejas enchem-se de substrato e envolvem-se com feltro. Uma vez envoltas, realiza-se um conjunto de cortes no mesmo e introduz-se as plantas, com as suas raízes enterradas no substrato. O feltro consta de uma só camada e deve fixar-se firmemente às bandejas, com a finalidade de suportar o substrato existente no seu interior. Na generalidade, com este sistema, pode-se colocar uma média de 80 a 100 plantas/m² (Garrido, 2011).

Estes sistemas permitem uma densidade muito superior em relação às paredes vivas hidrópicas. Por esta razão, as plantas podem ter tamanhos muito reduzidos e uniformes, podendo-se inclusive obter jardins verticais com aspecto similar. Este modelo de jardim vertical necessita de um sistema de rega por goteje, o que garante o seu baixo consumo de água. Os tubos de rega dispõem-se entre as bandejas verticais, (separadas uns 80cm em altura) e vão humedecendo de forma lenta e contínua o substrato das bandejas. Estas dispõem de perfurações internas, de tal forma que a água possa filtrar-se através das células interiores e humedecer a terra do seu interior. O consumo de água é baixo, o necessário para manter o substrato humedecido e portanto apenas se recolhe a água na base do jardim vertical.

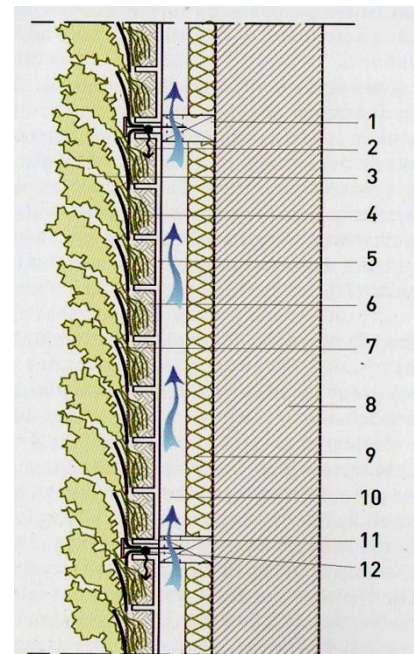


Figura 52 - Corte explicativo de uma Parede Viva de Substrato ligeiro:

- 1- Ripa horizontal;
- 2- Água;
- 3- Vegetação;
- 4- Raízes da vegetação;
- 5- Bandeja de polietileno;
- 6- Substrato;
- 7- Tela de filtro geotêxtil;
- 8- Parede estrutural;
- 9- Isolamento térmico;
- 10- Caixa-de-ar ventilada;
- 11- Sistema de rega

(Retirado de: Garrido, 2011)

Por este motivo, em muitos casos pode-se dispensar o sistema de recolha e reciclagem de água. Do mesmo modo, a água necessita de menos quantidade de nutrientes e estes podem acumular-se no substrato (Garrido, 2011).

Uma característica muito interessante deste sistema de parede viva, é que se pode utilizar as águas pluviais. Estas introduzem-se no sistema de rega por goteje e descem por gravidade, atravessando as diferentes bandejas de substrato e vegetação, pelo que o seu percurso se desenvolve de forma contínua. Deste modo, a água que se recolhe na parte inferior do jardim, cai de forma natural. Por tudo isto, este tipo de jardim vertical é eficaz na forma como recicla as águas da chuva (Garrido, 2011).

Outra vantagem importante deste sistema é que as plantas podem-se colocar nas bandejas e posteriormente instalar estas com plantas já enxertadas no jardim vertical. Isto permite um cuidado mais efectivo das plantas e garantir que se adaptem e cresçam com maior rapidez. Na Europa, este sistema custa aproximadamente 300€/m², que o converte no sistema mais económico dos existentes na actualidade. Entre as vantagens deste sistema encontram-se as seguintes (Garrido, 2011):

- Têm pouco consumo de água e nutrientes;
- Podem-se utilizar como forma de reciclar as águas da chuva;
- Não são necessários sistemas de recolha inferior de água e reciclagem;
- Têm pouca necessidade de manutenção;
- A manutenção pode ser muito económica;
- São resistentes às falhas de rega, tanto mais quanta maior a sua espessura;
- Podem-se desmontar, reparar-se e transportar-se;
- Têm um, preço moderado;
- Não necessita de muita reposição de plantas por secarem (menos que 2% de plantas por ano).

Os inconvenientes deste sistema prendem-se essencialmente com a sua instalação, visto que é lenta e necessita de mão-de-obra muito qualificada (Garrido, 2011).

c) Sistema tipo “Muro Cortina”

Segundo Garrido (2011), a base conceptual deste sistema de parede viva é muito simples. Na prática, consiste em assimilar um jardim vertical a um muro cortina. Para simplificar o sistema e o tornar mais económico, a rega desenvolve-se directamente por entre os perfis. Por suposto, imagina-se que no futuro existirão múltiplas patentes baseadas nesta mesma ideia e o mais provável é que entre elas existam diferenças mínimas.

Em termos práticos, sobre o muro do edifício dispõem-se os montantes metálicos verticais, ajustados e ancorados a estes, dispõem-se os montantes horizontais. A separação entre os verticais pode variar entre 60cm a 1m, dependendo do peso das plantas e a separação entre perfis horizontais deve ser de 60 a 80cm. Os perfis verticais podem ser realizados á base de perfis ómega, uma vez que no seu interior poderão circular os tubos de rega por goteje. Os perfis horizontais podem ser de alumínio reciclado perfurados, não servirão somente para sustentar o substrato, como também para fornecer-lhe a água. Estes últimos não necessitam de tubos no seu interior, eles mesmos canalizam e distribuem a água da rega. Uma vez formada uma reticula com os perfis, dispõe-se o isolamento, directamente fixo ao muro. Sobre os perfis metálicos, em forma de “T”, dispõem-se lâminas rectangulares de polietileno, debaixo de uma câmara ventilada, entre ela e o isolamento (Garrido, 2011).

No volume de enquadramento entre os perfis e as lâminas introduzem-se os sacos planos de substrato. Estes deverão ser muito finos, apenas 4 ou 5cm de espessura. Por último, os sacos de substrato são fixados firmemente sendo aparafusados com uma malha rígida exterior, fixada firmemente aos perfis. Finalmente abrem-se os rasgos nos sacos e introduzem-se as plantas. (Garrido, 2011; Groult, 2008).

O sistema estrutural do muro cortina permite combinar vidro, vegetação e qualquer tipo de material de um modo homogéneo no momento de compor uma envolvente

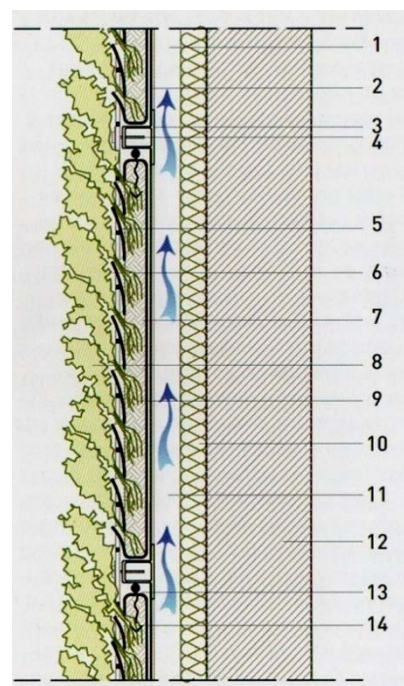


Figura 53 - Corte explicativo de uma Parede Viva tipo Muro Cortina:

- 1- Montante vertical de perfil Ω;
- 2- Painel de polietileno;
- 3- Travessão horizontal em alumínio;
- 4- Parafuso de fixação da malha;
- 5- Camada de feltro;
- 6- Malha de aço;
- 7- Substrato;
- 8- Vegetação;
- 9- Raízes da vegetação;
- 10- Isolamento térmico;
- 11- Caixa-de-ar;
- 12- Parede estrutural;
- 13- Sistema de rega;
- 14- Água

(Retirado de: Garrido, 2011)

arquitectónica. Em geral, com este sistema, pode-se colocar em média 80 a 100 plantas/m². Por essa razão, as plantas podem ser de tamanho muito reduzido e os jardins resultantes podem ser muito uniformes e compactos, podendo-se inclusive conseguir um aspecto similar (Garrido, 2011).

Entre as vantagens deste sistema incluem-se as seguintes (Garrido, 2011; Groult, 2008):

- Têm pouco consumo de água e de nutrientes;
- Podem-se utilizar directamente águas pluviais nas regas;
- Podem-se utilizar como forma eficaz de reciclagem das águas pluviais;
- Não necessita de sistema inferior de recolha de águas e sua reciclagem;
- Têm pouca necessidade de manutenção que pode ser muito económico (por volta de 1€m²/ano);
- São resistentes á falha da rega;
- Não necessita de grande reposição de plantas por questões de seca (menos de 2% plantas por ano);
- Têm um preço acessível;
- A estrutura necessária é muito simples;
- A sua instalação é muito rápida;
- Permite que na mesma fachada se integrem vários materiais, vidros e vegetação.

3.5.2.2. Sistemas pré-fabricados

Nesta classificação de sistemas de parede viva pré fabricada, incluem-se sistemas desenvolvidos por diversas empresas, onde da sua aquisição até ao produto final é um passo relativamente simples.

a) Tipo caixas de Substrato - Sistema *Ecoparede* da empresa *Ecotelhado*

Este sistema consiste em módulos verticais de plástico reciclado com 45 cm de comprimento, 10cm de largura e 12cm de profundidade (1500ml), fixos por estruturas de aço tratado, fixas à parede por parafusos. Os módulos de plástico têm a finalidade de armazenar o substrato da planta, assim como a água e nutrientes. O sistema é pensado de forma a reduzir ao máximo o seu peso, para tal usa materiais leves, para além de possuir pouca capacidade de armazenamento de substrato, o que permite um peso final médio de 50kg/m² (Ecotelhado, s.d.).

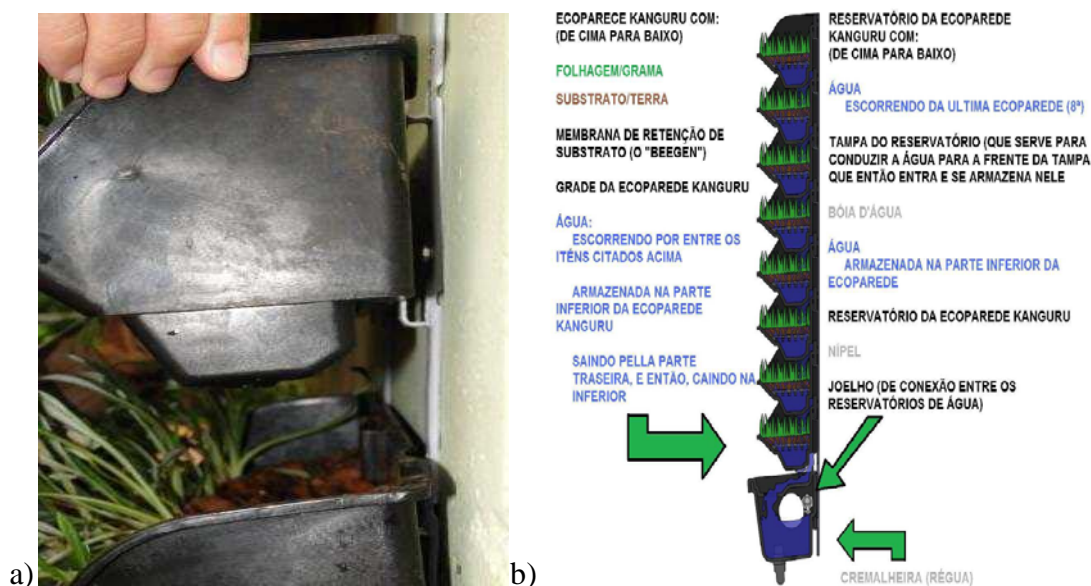


Figura 54 – a) Caixas de substrato do sistema Ecoparede já plantadas, prontas a colocar na parede; b) Esquema demonstrativo do sistema *Ecoparede*, á base de caixas de substrato, que inclui sistema de reutilização de água da rega (Retirado de: Ecotelhado, s.d.)

A irrigação dos módulos deste sistema é feita com tubulação colocada na parte superior do jardim, onde, através de uma pequena torneira por coluna de módulos é fornecida a água para os reservatórios inferiores, e demais módulos. Assim o caudal da água poderá ser controlado e assim evitar desperdícios de água (Ecotelhado, s.d.).

b) Tipo Suportes Plásticos - *Wallgreen*

O *Wallgreen* consiste num sistema modular pré-fabricado para a instalação de jardins verticais, composto por módulos de plástico, onde posteriormente se instalam as plantas em vasos individuais apropriados. O sistema poder-se-á aplicar de forma fácil e cómoda a qualquer tipo de parede, desde alvenaria, madeira, metal, entre outros, sendo que desta forma, cada módulo suporta individualmente o seu peso, não havendo sobrecarga pela sua maior expansão vertical, daí a sua idealidade para paredes altas (Wallgreen, s.d.).

Após a sua montagem, procede-se á fase da plantação. O substrato das plantas é colocado em sacos de filtro, de forma individual. Estes são encerrados por um fio, de forma a que apenas a folhagem da planta fique de fora, sendo posteriormente colocadas em vasos de plástico, apropriados para se suportarem horizontalmente nos módulos. Cada um destes tem capacidade para 3 vasos de plantação (Wallgreen, s.d.).

A individualização das plantas por vasos permite interessantes jogos de diferentes espécies vegetais, assim como a sua rápida manutenção ou substituição como se pode observar na figura 55 (Wallgreen, s.d.):

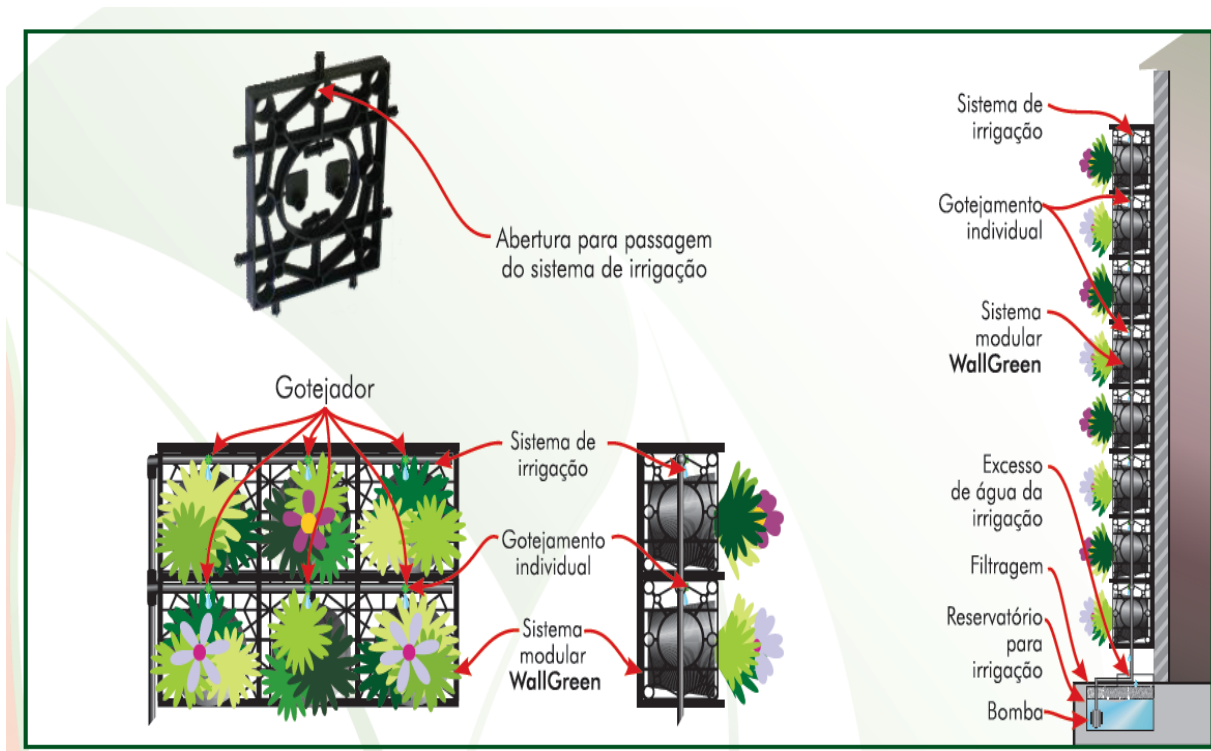


Figura 55 - Esquema explicativo do sistema Wallgreen, á base de suportes plásticos, onde se verifica ainda o seu sistema de rega com reutilização da água (Retirado de: Wallgreen, s.d.)

O *Wallgreen* conta ainda com um eficaz sistema de rega por goteje, no qual cada vaso conta com um gotejador individual, permitindo assim o máximo controlo de água, evitando desperdícios e garantindo que a água chegue a todas as plantas de igual forma (Wallgreen, s.d.).

c) Tipo painéis de Alumínio - Sistema *Fytowall* da *Fytogreen*

O sistema *Fytowall* consiste numa série de painéis modulares de espuma branca obtida através de resina de aminoplástico⁵⁰, que servirá de substrato às plantas. Resulta numa estrutura leve mas muito estável, firme e esponjosa de pH neutro. Trata-se de um sistema muito eficiente para uma vasta gama de plantas e tipos de clima. É rápido de construir e fácil de usar, incluindo um sistema de rega automática de goteje por gravidade, responsável pela manutenção a nível de nutrientes para a planta. Para além de utilizado no exterior, este sistema também poderá ser instalado no interior, em qualquer tipo de parede e superfície. Veja-se a figura 56 que mostra algumas propriedades de montagem do *Fytowall* (Fytowall, 2010; Mir, 2011):

⁵⁰ organitos que podem aparecer em algumas células vegetais.

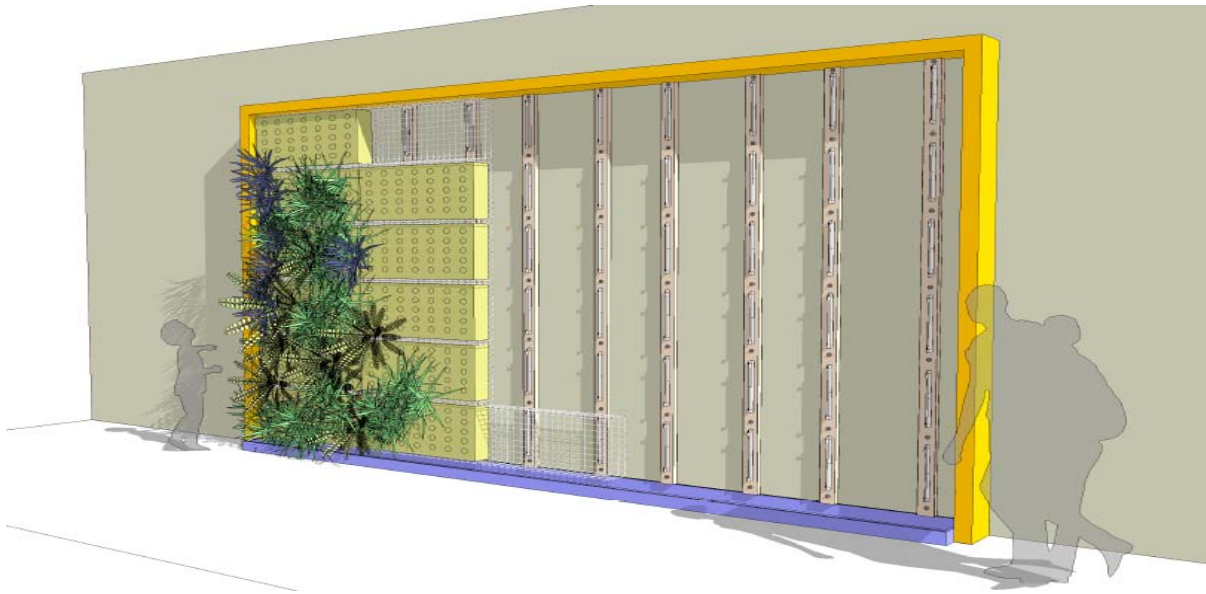


Figura 56 - esquema de montagem do sistema *Fytowall* em painéis de alumínio pré fabricados (Retirado de: Fytowall, 2010)

Tratando-se de um sistema pré-fabricado, de simples e rápida montagem. Começa-se por fixar os perfis de aço á parede, através de buchas e parafusos, com uma distância de 51cm (distância exigida pela medida estandardizada dos painéis de alumínio que posteriormente encaixarão nestes perfis através de simples ganchos). Os perfis de aço permitem uma caixa-de-ar de 5cm entre a parede e o sistema de parede viva, o que permitirá a circulação de ar, útil para o arrefecimento do ar naquela zona. As medidas estandardizadas dos painéis de alumínio são de 100cm de largura, por 49cm de altura e 14cm de profundidade, onde o peso do sistema saturado de água mas sem plantas poderá chegar aos 88Kg/m² (Fytowall, 2010; Mir, 2011).

a) Tipo blocos pré fabricados Cerâmicos - *Sistema Green Wall Ceramic*

O *Green Wall Ceramic* consiste no pré fabrico de tijolos cerâmicos não estruturais com cavidades próprias para a colocação do substrato das plantas (D'Addezio, www.ciclovivo.com.br, s.d.; GreenWallCeramic, 2010).



Figura 57 - Unidade de tijolo cerâmico *Wall Green Ceramic* e o seu sistema de rega incorporado e imagens de Jardins Verticais conseguidos com este sistema (Retirado de: D'Addezio, s.d.)

Os tijolos com dimensões compreendidas em 29cm de largura, 25cm de altura e 19cm de profundidade, são montados através de argamassa de cimento, sempre encostados a uma

parede estrutural. Esta última deverá possuir condições apropriadas á colagem dos tijolos, o que na eventualidade de possuir tinta ou outros revestimentos deverão ser retirados. Após a sua montagem é necessário proceder á sua impermeabilização, a fim de evitar eventuais permeabilizações para o interior do edifício. Poderá-lhe ser implementado um sistema de rega através de goteje (este não vem incluído com o produto Green Wall Ceramic). Uma vez montado, o sistema poderá ser pintado de cores desejadas, este passo só faz sentido caso se opte por jardins com pouca densidade de plantas (D'Addezio, s.d.; GreenWallCeramic, 2010).

A forma prática como poderá ser montado, uma vez que qualquer técnico de construção o poderá fazer, e os seus custos reduzidos são as suas principais vantagens. A sua desvantagem prende-se com o facto de só ser recomendado pelo fabricante para alturas máximas de 2,5m. Para alturas superiores são recomendados estudos estruturais o que implicará maiores custos e sistemas auxiliares de estruturamento (GreenWallCeramic, 2010).

3.6. Sistemas de rega utilizados nos Jardins Verticais

Quase nenhum jardim vertical pode sobreviver sem um sistema de irrigação, principalmente em zonas quentes. É também um factor económico importante, no ponto de vista do bom desenvolvimento do jardim e a fim de evitar a morte de plantas por motivos de seca (Costa, 2011).

Segundo Vialard (2010), torna-se impossível precisar a quantidade de água necessária para um jardim vertical, no entanto, as suas necessidades de rega variam consoante determinados factores como a exposição, o clima da região, as plantas aplicadas, para além do sistema de jardim vertical aplicado. Para tais factores existem diferentes sistemas capazes de responder da melhor forma possível as exigências do bom desempenho das plantas.

Se possível, podem-se escolher sistemas concebidos a pensar nas questões ambientais, uma vez que existem soluções quanto ao aproveitamento das águas pluviais ou mesmo reaproveitamento da própria água já usada na rega. A água pode ser armazenada na base da fachada ou, para evitar gastos relacionados com o bombeamento de água, também se poderá optar por sistemas de goteje por gravidade onde, por exemplo, as águas da chuva são captadas e armazenadas em locais da cobertura mais altos em relação ao jardim vertical (Lob, 2008).

Segundo Groult (2008), o aproveitamento directo da água da chuva não é aconselhado, uma vez que a água poderá eventualmente conter substâncias prejudiciais á saúde da planta. Aconselha-se vivamente o seu armazenamento em recipientes próprios, onde posteriormente se faça a sua correcção e eventual adição de nutrientes.

Em países como Canadá ou Austrália, onde os jardins verticais são uma constante e as questões ambientais estão na ordem do dia, são usados sistemas de uso de águas das lagoas, estas em contacto com espécies vegetais ou animais, como plantas aquáticas ou peixes. Essa água percorre o sistema e no final regressa ao seu lugar de origem. Nestes casos, os custos associados á rega são reduzidos, uma vez que só há gastos relacionados com bombeamento das águas.

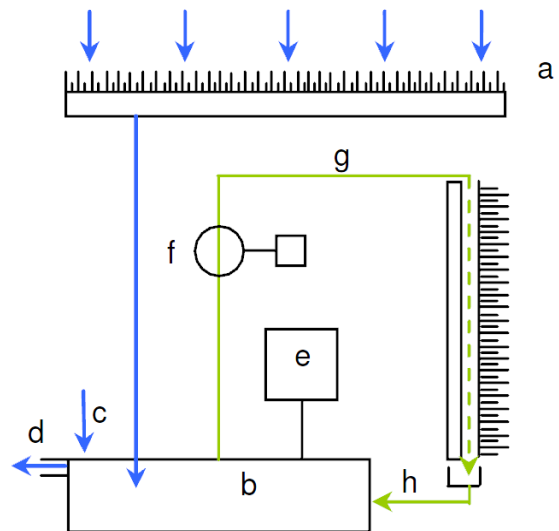


Figura 58 - Esquema explicativo de um sistema de rega com aproveitamento de águas pluviais, onde estas são tratadas antes do processo:

- a. Cobertura ajardinada;
- b. Depósito de armazenamento e tratamento;
- c. Torneira;
- d. Desbordo;
- e. Fertilizantes;
- f. Bomba de controlo;
- g. Solução de nutrientes para as plantas;
- h. Retorno

(Retirado de: Gerhardt & Vale, 2010)

3.6.1. Sistemas de rega para Fachadas Verdes

Este conceito de jardins verticais é característico pela sua simplicidade de construção e no que diz respeito ao seu sistema de rega também o é. No caso em que o substrato das plantas está no solo junto da fachada, não necessita de sistema próprio de rega, uma vez que poderá ser regado como outro jardim vulgar. No caso de se optar por um sistema automático, esse poderá acontecer por goteje junto do pé da planta (Vialard, 2010).

Para o caso dos sistemas em que a plantação é feita em caixas suspensas, já implicará um sistema automático, uma vez que não beneficiam da recolha natural de nutrientes vindos do solo. Mas mesmo para estes casos o seu sistema será simples, constituindo em vulgares pontos de goteje junto do pé da planta, à semelhança do que acontece no sistema anteriormente referido (Vialard, 2010).

3.6.2. Sistemas de rega para Paredes Vivas

Neste conceito a sobrevivência das plantas está dependente da sua rega quase por completo. A água será quase o único meio de fazer chegar os nutrientes à planta, ou mesmo o único para o caso dos sistemas hidrópicos, o que obriga á instalação de permanentes e evoluídos sistemas como forma de responder às suas necessidades. Deverão mesmos ser instalados geradores de energia alternativa para prevenir eventuais falhas (Groult, 2008).

Segundo Vialard (2010), as frequências e quantidades de rega deverão ainda ser consideradas, tendo em conta as condições ambientais a que a vegetação está exposta. Por exemplo, à noite e no Inverno, as frequências deverão ser diminuídas, enquanto que em períodos de calor ou fortes exposições ao sol deverão ser aumentadas. Durante períodos de gelo, não deverá haver rega, as plantas suportam alguns dias de jejum, caso contrário poderá danificar o sistema, para além de poder ainda danificar as raízes das plantas.



Figura 59 - Ponto de goteje com regulação, para um melhor controlo da quantidade e frequência de água usada na rega (retirado de: Groult, 2008)

3.6.2.1. Sistemas de rega para Parede Viva pré-fabricada

Os sistemas de rega para paredes vivas do tipo pré-fabricado, são previamente pensados e desenvolvidos para uma simples e rápida montagem no local, os mesmos vêm já preparados com o seu próprio sistema de rega geralmente por goteje. É o que acontece por exemplo com os sistemas tipo caixa de substrato, onde a água encaminhada por tubos é posteriormente libertada por pequenos orifícios do mesmo. Este fenómeno acontece ao longo de vários níveis, dependendo da altura da estrutura (Mir, 2011).

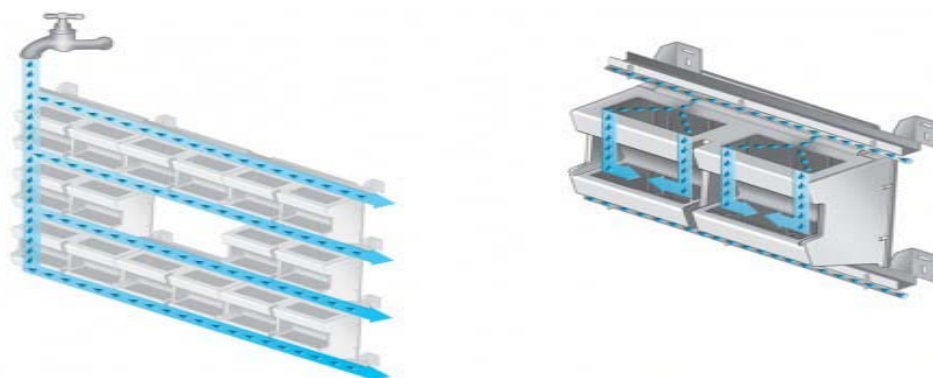


Figura 60 - A água é libertada na parte superior da Parede Viva, onde por gravidade chega a todos os compartimentos (Retirado de: Mir, 2011)

Para o caso dos conceitos formados por caixas de suporte de vasos de plantação, para os sistemas á base de painéis de alumínio e blocos cerâmicos pré-fabricados, são usados sistemas do género.

3.6.2.2. Sistema de rega para parede viva produzida *in situ*

Segundo Garrido (2011), este é o sistema de jardim vertical que implica o sistema de rega mais complexo, mais frequente e isento de falhas, principalmente para as paredes hidrópicas, uma vez que um momento de isenção de humidade poderá provocar imediata secagem das plantas.

A estrutura do sistema de rega (tubos) dever-se-á envolver por entre as camadas de feltro, ou outro, a fim de se tornar invisível. A cada sequência, o substrato deve ser uniformemente molhado, devendo ainda estar ligeiramente húmido no momento no início da próxima sequência. Deve adquirir-se de preferência um sistema electrónico regulável, para melhor se adaptar as frequências e tempos pretendidos (Vialard, 2010).



Figura 61 - Tubo de abastecimento de rega escondido por de trás do feltro de plantação (Retirado de: Vialard, 2010)

Este é o sistema de rega mais vulgar para este tipo de paredes vivas, mas já existem outras opções. O edifício Harmonia 57 em São Paulo, representado na figura 62, é referência pelo seu conceito sustentável e pelo uso de paredes vivas, mas ainda por usar um sistema de rega fora de vulgar. A água da chuva é aproveitada e tratada, onde posteriormente uma série de tubos pela parte de fora, vaporizam a parede em forma de névoa.

Este conceito poderá ter a desvantagem de desperdício de água e nutrientes, uma vez que por gravidade ou por forças do vento, parte da água não chega às plantas (Barahona, 2009).



Figura 62 - sistema de rega pouco vulgar e muito original, usado no edifício Harmonia 57 em São Paulo (Retirado de: Barahona, 2009)

3.7. Manutenção de Jardins Verticais

Todos os projectos de jardins verticais, quer das fachadas verdes como das paredes vivas, implicam algum grau de manutenção, visto tratar-se de sistemas vivos. Esta deverá ser de forma periódica, quer se trate de podas, adubações, limpeza de plantas invasoras ou mesmo substituição causada por morte de algumas plantas. A quantidade de manutenção variará tendo em conta o tipo de jardim instalado ou o tipo de vegetação adquirida (Florentino, 2011; GreenRoofs, 2008; Mir, 2011).

No entanto as opiniões divergem. Por exemplo segundo aquele que é considerado o botânico com mais experiencia na execução de jardins verticais, Patrick Blanc, uma grande diversidade de espécies é a receita básica para manter um jardim vertical vivo. Essa diversidade, para além do seu efeito decorativo, ajuda na prevenção de doenças e contra a proliferação de insectos nocivos. No seu entender, um jardim vertical é um mini ecossistema independente, um espaço silvestre dentro de um ambiente urbano, altamente artificial. (Blanc, 2008)

Divergências de opinião á parte, apresentam-se alguns passos aos quais se procede na manutenção de um jardim vertical que poderá ser directa e indirecta. Directa quando se trata por exemplo de poda ou requalificação do sistema, indirecta por exemplo da rega ou na adubação a fim de prevenir problemas que condicionem a vida do jardim (Ottelé, 2011).

Segundo Irwin (2010), a inspecção estrutural deverá ser adoptada por ambos os tipos de jardins verticais, de uma forma preventiva. O facto de conhecer os problemas que hipoteticamente poderão ocorrer, é um passo rumo á sua prevenção. É necessário conhecer o sistema e ter máxima atenção quanto á sua performance, garantir que a sua estabilidade seja garantida e que não ponha em causa outras circunstancias mais graves como a estrutura do próprio edifício.

É ainda importante verificar a estrutura de impermeabilização caso a haja, numa tentativa de prevenir eventuais indesejáveis infiltrações da água do sistema no interior do sistema verde ou mesmo do edifício (Irwin, 2010).

3.7.1. Manutenção de uma Fachada Verde

Este tipo de jardim vertical geralmente usa plantas à base de trepadeiras ou videiras que poderão crescer através do solo ou de caixas de plantação, o que cada qual implicará diferentes formas de manutenção (GreenRoofs, 2008; Mir, 2011).

Às fachadas verdes estão associados frequentes processos de rega e adição de nutrientes, que geralmente se faz através da primeira. Com menor intensidade estão compreendidas tarefas de manutenção como poda e educação dos ramos, numa tentativa de controlar a correcta trajectória e dimensão da vegetação. Algumas espécies como videiras ou plantas para a produção de determinadas flores poderão ainda necessitar de cuidados de manutenção adicionais (GreenRoofs, 2008).






Figura 63 - A poda é uma das principais manutenções das Fachadas Verdes (Retirado de: Irwin, 2010)

Tanto os sistemas de cabos como de painéis modulares necessitarão constantemente de inspecções a fim de garantir a saúde do sistema. Eventualmente por vezes necessitarão de reajustamentos na tensão dos cabos ou mesmo sua substituição (GreenRoofs, 2008).

A falta ou deficiente manutenção poderá originar danos irreversíveis, entre alguns exemplos, pode provocar danos na fachada verde, no edifício ou ainda causar a seca de algumas plantas, como se verifica mais detalhadamente na tabela 11:

Tabela 11 - Causas e eventuais consequências da falta de manutenção das Fachadas Verdes (Adaptado de: Irwin, 2010; Mir, 2011; Ottelé, 2011; Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011)

Aspecto	Causa	Consequências
	Falta ou deficiente poda	perda de controlo do homem sobre vegetação, apoderando-se esta do edifício.
	Falta ou deficiente poda	Penetração da vegetação em eventuais fendas da fachada, podendo levar à maior dilatação, podendo causar danos estruturais do edifício.
	Falta de rega ou adição de nutrientes	Não desenvolvimento das espécies vegetais ou mesmo a sua morte.



Insuficiente adição de nutrientes

Desenvolvimento de fungos nas pl podendo-as conduzir à morte.

3.7.2. Manutenção de uma Parede Viva

Devido á densidade e diversidade de vida de plantas nestes sistemas, geralmente requerem um nível de manutenção mais intenso e frequente, comparativamente com sistemas de fachadas verdes. O grau de manutenção poderá ainda depender particularmente das expectativas visuais e de fluorescência que se pretende (Mir, 2011).

3.7.2.1. Adição de nutrientes

Segundo Mir (2011), a adição de nutrientes deverá ser uma constante para as plantas, que geralmente acontece juntamente com a rega. No entanto a quantidade variará de espécie para espécie, onde plantas que têm a capacidade de evoluir em ambientes mais pobres, terão menor necessidade da adição de nutrientes, visto que são mais resistentes.

Estes são indispensáveis ao crescimento das plantas. Na cultura em ausência de solo, sobre um suporte inerte em feltros, geotexteis ou outros, não há nenhum suporte nutricional natural para além da grande molécula orgânica (tipo COV (Compósitos Orgânicos Volteis)) degradados pela microflora das camadas de rega e transformadas em pequenas moléculas absorvidas pelas raízes das plantas (Vialard, 2010).

Segundo Vialard (2010), é a razão pela qual há necessidade de nutrir através de junção de solução. A bomba liberta uniformemente a água e os macro elementos que as raízes dos vegetais assimilam imediatamente. Os nutrientes a incluir na água deverão ser em quantidades apropriadas. Posteriormente deverá haver especial atenção em acompanhar o estado da solução nutritiva, a fim de se garantir que não haja défice nem excesso.



Figura 64 - A solução nutritiva deverá ser devidamente calculada, conforme as necessidades das plantas (Retirado de: Groult, 2008)

As soluções adicionadas na água são muito diluídas, não passam dos 0,2 ou 0,4 gramas/litro, cerca de 10 vezes menores que as utilizadas na agricultura ou horticultura (Vialard, 2010).

Para além da adição de nutrientes que se deverá processar de forma contínua e regular, poderão ainda haver outros tipos de manutenção, mas de forma imprevisível, como:

- Poda

Á poda é também um processo importante nestes jardins. É um processo a longo prazo, dependendo a sua frequência das plantas e sistema em causa (Mir, 2011).

- Substituição de plantas



Posteriormente serão necessárias outras tarefas de manutenção como a substituição de determinadas plantas devido á sua seca, ou eventuais arranjos no seu sistema de suporte (Mir, 2011; Ottelé, 2011).




A falta ou deficiente manutenção poderá originar danos irreversíveis no sistema adoptado, no edifício ou ainda causar a seca de algumas plantas. Veja-se a seguinte tabela, que de uma forma mais completa e esclarecedora explica algumas causas e consequências:



Figura 65 - a substituição de plantas é um processo comum às Paredes Vivas (Retirado de: Groult, 2008)

Tabela 12 - Causas e eventuais consequências da falta de manutenção das Paredes Vivas (Adaptado de: Irwin, 2010; Perini, Ottelé, Haas, & Raiteri, 2011; Mir, 2011; Ottelé, 2011)

Aspecto	Causa	Consequências
	Falta ou insuficiente rega e/ou adição de nutrientes	Eventual morte das plantas do sistema
	Sistema de rega desapropriado	Fugas de água e consequentes danos no sistema. Os bolsos do feltro (ou outro) poderão rasgar provocando a queda da planta

	Falta ou insuficiente poda	Poderá originar vegetações irregulares com uma consequente imagem descuidada e não apelativa
	Insuficiente manutenção da estrutura de suporte	Oxidação dos elementos de suporte podendo por em causa a sustentabilidade da estrutura
	Insuficiente manutenção da estrutura de suporte	Instabilidade do sistema de parede viva, despegando-se esta da parede estrutural do edifício

3.8. Aspectos a ter em conta na selecção das plantas para os Jardins Verticais

A selecção das plantas para um jardim vertical, é um passo extremamente importante e deverá ser da responsabilidade de experientes botânicos, de forma a melhor compreenderem as necessidades das plantas tendo em conta factores como o clima local e o sistema de jardim vertical adoptado. A sua boa escolha poderá evitar eventuais danos na estrutura do jardim ou mesmo da estrutura do edifício, assim como implicar numa menor manutenção e necessidade de rega (Garrido, 2011).

Segundo Vialard (2010), deverão ser tidos em conta importantes aspectos tais como: volume das raízes, formas de crescimento das plantas, comportamento dentro da comunidade vegetal, compatibilidades entre espécies ou mesmo as suas necessidades de rega. Dever-se-á ainda conhecer bem o sistema de jardim adoptado, visto que as suas diferentes propriedades obrigam à plantação de diferentes espécies.

3.8.1. Factores que interferem na escolha das plantas

São diversos os aspectos que interferem na escolha das plantas para aplicação em jardins verticais, nomeadamente o sistema adquirido e o ambiente. O primeiro, tal como na selecção das plantas, também já deverá ter sido previamente escolhido conforme o efeito pretendido e o tipo de clima que enfrentará. Após as limitações virá o gosto pessoal, visto que as plantas permitem diferentes cores, texturas e aromas, como é possível observar na figura ao lado (Garrido, 2011; Vialard, 2010).

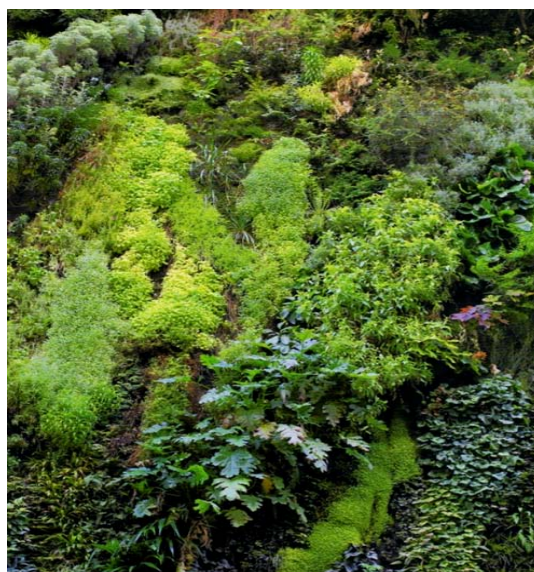


Figura 66 - Sugestão de apresentação de uma Parede Viva, onde é possível fazer interessantes composições, através das diferentes características das plantas (Retirado de: Groult, 2008)

3.8.1.1. Factores impostos pelo sistema adquiridos

Como se verificou, existem dois tipos de jardins verticais, dois conceitos diferentes, as fachadas verdes e as paredes vivas, sendo que cada um destes poderá ser construído de diferentes formas e com os mais diversos materiais. Dai que cada qual interfira na escolha das plantas.

O caso das fachadas verdes implica necessidades e características próprias, uma vez que quer por auto-apego nas paredes ou por apego nos sistemas de cabos ou redes metálicas, as plantas têm que possuir raízes aéreas e características de rápido crescimento (GreenRoofs, 2008).

No caso das paredes vivas, os factores de escolha poderão ser ainda mais dificultados uma vez que o substrato é mínimo ou mesmo inexistente em alguns casos. Assim sendo deveram-se procurar plantas que sobrevivam com pouca dependência de nutrientes o que em caso contrário faz aumentar a sua dependência quanto á quantidade de rega. Nestes casos deveram-se procurar plantas de rápido crescimento, reduzidas dimensões e boa combinação entre elas, de forma a se complementarem. Veja-se a figura 67 que mostra plantas com diferentes características, próprias para o tipo de sistema de jardim vertical adquirido (Garrido, 2011).

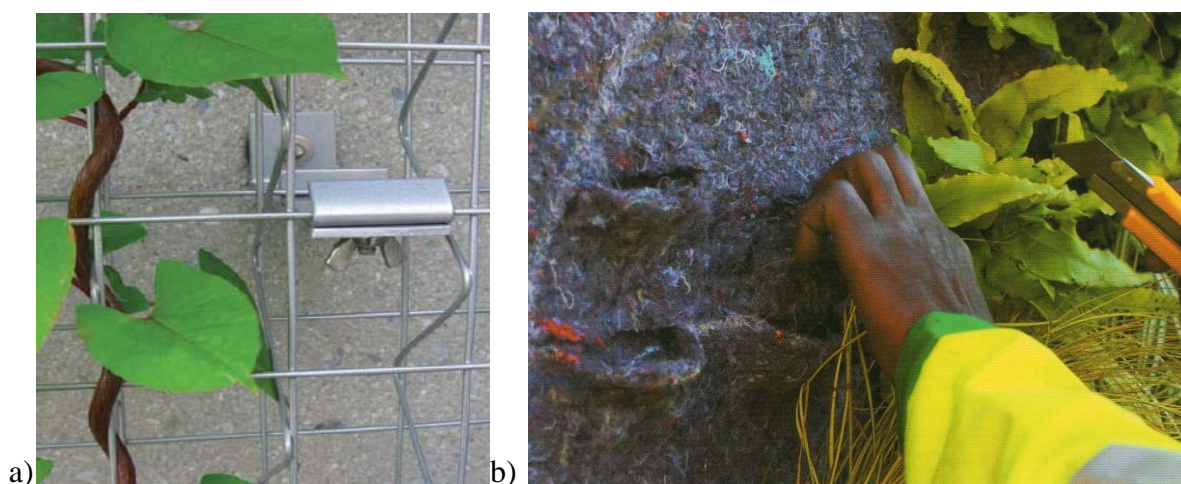


Figura 67 - Diferentes estruturas implicam na escolha de diferentes espécies de plantas: a) sistema de Fachada Verde em painéis modulares obriga a uma planta trepadeira (Retirado de: Greenscreen, 2011); b) sistema de Parede Viva executada *in situ* obriga a plantas adaptáveis a condições de limitação de substrato (Retirado de: Groult, 2008)

3.8.1.2. Factores impostos pelo clima e condições adversas

Nestes casos a selecção das plantas é imposta tendo em conta o clima associado ao local onde se pretende instalar o jardim vertical, onde se verificam acentuadas diferenças por exemplo com a maior ou menor proximidade com o equador, maior ou menor altitude ou ainda proximidade ou não com o mar. Estes factores implicam outros como; maior ou menor exposição solar, altas ou baixas temperaturas ou ainda a maior ou menor exposição ao vento (Groult, 2008; Vialard, 2010).

Segundo Groult (2008), a forte exposição solar provocará nas plantas uma forte evaporação da água e conseqüente seca do seu substrato. As plantas para estas circunstâncias deverão ser resistentes á seca e possuir pouca dependência de rega. Contrariamente, a baixa exposição solar, deverá ser combatida com a aplicação de plantas capazes de sobreviver em ambientes pouco iluminados. Para estas condições, as plantas hidrópicas serão de fácil adaptação.

As temperaturas poderão ser grandes inimigas das plantas, por um lado o frio poderá congelar todo o sistema vegetal, em oposição o calor poderá ser responsável pela sua seca. Para os casos de baixas temperaturas dever-se-á optar por plantas rústicas⁵¹, as quais sobrevivam mesmo com as suas raízes congeladas. Por outro lado, quando se está perante climas demasiado quentes, dever-se-á optar por espécies resistentes às temperaturas elevadas e de baixo consumo de água e nutrientes (Groult, 2008).

⁵¹ Plantas com características de auto-sobrevivência

No caso dos locais expostos aos ventos, a vegetação fica desde logo prejudicada pela consequência da secagem do substrato e por forças impostas por correntes de ar que poderão partir algumas folhagens ou mesmo arrancar as plantas. Para tais condições e para combater a primeira consequência, dever-se-á optar por plantas resistentes á seca do seu substrato e para combater a segunda e mais directa consequência, optar por plantas de pequenas e resistentes folhagens, a fim de menor implicância das correntes de ar (Groult, 2008).



Figura 68 - A exposição a factores climáticos adversos como o gelo pode interferir no topo de plantas a eleger para a realização de um Jardim Vertical (Retirado de: Groult, 2008)



3.8.2. Escolha das plantas tendo em conta o tipo de Jardim Vertical











As plantas possuem diferentes características, daí que a sua escolha seja influenciada pelo tipo de jardim vertical adoptado.

3.8.2.1. Seleção de plantas para Fachadas Verdes

A selecção das plantas para este tipo de sistemas, requer uma análise cuidada quanto aos factores já conhecidos, como a exposição solar e ao vento, assim como á temperatura. Mas aqui exclusivamente à que ter em conta o tipo e quantidade de solo disponível, assim como efeito de caducidade ou permanência das folhagens ou efeitos visuais. A tabela 13 apresenta algumas das plantas mais adequadas para aplicação em fachadas verdes, assim como algumas das suas características (Greenscreen, 2012).

Tabela 13- Exemplos de plantas comuns e adequadas para a realização de Fachadas Verdes (Adaptado de: Greenscreen, 2012; Mir, 2011; monrovia, 2012)






Nome da planta	Representação	Principais características	Tipo de folhagem
<i>Parthenocissus heterophylla</i>		Rápido crescimento; bons escaladores	Permanente
<i>Campsis grandiflora</i>		Facil propagação; florescem; facil tratamento	Caduca

<i>Ficus carica</i>		Moderado crescimento; pouca necessidade de rega	Caduca
<i>Rochelospermum jasminoides</i>		Perfumado; floresce	Permanente
<i>Bougainville</i>		Rápido crescimento; floresce; pouca necessidade de rega	Permanente
<i>Eunymus fortune</i>		Crescimento moderado; frequente necessidade de rega	Permanente/caduco
<i>Ipomoea nil</i>		Rápido crescimento; flores vistosas; necessidades de água	Caduco
<i>Pomea quamoclit</i>		Rápido crescimento; Florescem; agradável efeito estético	Permanente
<i>Wisteria sinesis</i>		Rápido crescimento; flores azul-violeta, vistosas e perfumadas	Caduca
<i>Hedera helix</i>		Bons escaladores; ótimos para o auto apego; flores pequenas e discretas	Permanente
<i>Lonicera japonica</i>		Rápido crescimento; rega regular; flores perfumadas e vistosas	Caduca
<i>Ipomoea batatas</i>		Rápido crescimento; rega regular; flor discreta; ótimo para cascata	Caduca

3.8.2.2. Seleção de Plantas para Paredes Vivas

Tratando-se de sistemas em que o substrato das plantas é reduzido ao máximo ou mesmo inexistente em alguns casos, é necessário ter especial atenção na escolha das plantas, a fim da sua sobrevivência e melhor desempenho. Veja-se alguns exemplos na tabela 14, assim como as suas principais características (Garrido, 2011).

Tabela 14 - Tabela de plantas comuns e adequadas para a realização de Paredes Vivas (Adaptado de: Groult, 2008; Mir, 2011; monrovia, 2012)

Nome da planta	Representação	Principais características	Tipo de folhagem
<i>Acorus calamus</i>		Rápido crescimento; planta resistente; estilo rústico; necessidade do solo húmido	Herbácio
<i>Agrostis</i>		Rápido crescimento; textura fina; efeito ilusão de cascata	Herbácio
<i>Begonia evansiana</i>		Extremamente rústica e resistente ao frio; Florescem	Permanente
<i>Corydalis</i>		Crescimento moderado; floresce da primavera ao Outono; muito perfumada; solo húmido	Herbácio
<i>epimediums</i>		Moderado crescimento e necessidade de água; florescem	Herbácio
<i>Heuchères</i>		Crescimento moderado; ideais para cobrir paredes na totalidade; frequente necessidade de rega	Permanente
<i>Lysimachia nummularia</i>		Rápido crescimento; abundante necessidade de água; florescem no verão	Permanente

<i>ophiopogon</i>		Crescimento moderado; abundante necessidade de água; florescem	Permanente
<i>Renouées</i>		Formam um grupo homogéneo; florescem	Permanente
<i>Saxifrage tomentosa</i>		Excelente adaptação a paredes hidrópicas; fácil propagação	Permanente
<i>Dracaena</i>		Florescem no início do verão; baixa manutenção	Permanente
<i>Chinese evergreen</i>		Baixo crescimento; alta durabilidade; agradáveis ao olhar	Permanente

Capítulo IV

4. Casos de Referência

Neste capítulo procede-se à análise detalhada de 3 edifícios possuidores de jardins verticais e com um forte compromisso com questões de sustentabilidade. São analisados as Natura Towers, dois edifícios “gémeos” de escritórios em Lisboa, característicos pelas suas preocupações com poupanças energéticas para as quais os jardins verticais contribuem. A Green Box, uma vivenda unifamiliar em Barcelona de Luis de Garrido e o museu Quai Branly em Paris, característico pela parede viva na fachada voltada a Norte, de Patrick Blanc.

4.1. 1º Caso de Referência - Natura Towers

Nome: Natura Towers

Localização: Telheiras, Lisboa

Autor: GJP – Arquitectos (Gonçalo Rangel de Lima; Jorge Matos Alves; Pedro Neto Ferreira)

Proprietário: grupo MSF

Tipologia: duas torres de escritórios e comércio

Área total: 21.116m²

Nº de pisos: 3 a baixo da cota de soleira + 8 acima da mesma

Custo da obra: 30.000.000€

Elementos Verdes: faixa de parede viva a toda a altura das duas torres assim como no muro da envolvente; pequenos módulos de fachada verde em elementos pontuais das fachadas; coberturas ajardinadas

Classificação energética: A+



Figura 69 - As Natura Towers são o primeiro edifício de escritórios em Portugal com preocupações de sustentabilidade e emprego de vegetação nas suas fachadas (Retirado de: Natura Towers, 2011)

À primeira vista as Natura Towers deslumbram pela utilização de elementos verdes nas suas fachadas, no entanto, também se revela positivamente em termos de eficiência energética. Consiste no primeiro edifício de escritórios em Portugal com este tipo de preocupações sustentáveis, facto que lhe valeu atribuição energética A+ pela ADENE⁵². É capaz de consumir menos 60% de energia do que outro edifício da mesma natureza. Para além do uso de vegetação nas suas fachadas e coberturas, possui ainda soluções de ventilação e climatização inovadoras, sistemas de controlo de iluminação, utilização de equipamentos térmico/solares, foto voltaicos, e aproveitamento de águas pluviais para regas das suas vegetações assim como uso em casas de banho. São algumas das características deste edifício que transporte a natureza para a cidade (Dinis, 2010).

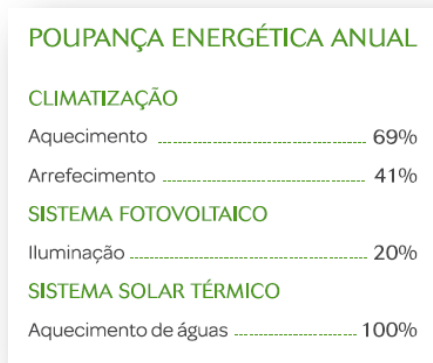


Figura 70 - dados do promotor dos edifícios relativamente á poupanças energéticas anuais (Retirado de: Natura Towers)

4.1.1. A sua Arquitectura

Na fase inicial do projecto, uma das principais ideias passou pela humanização dos espaços de trabalho assim como áreas de descanso. Posto isto, o complexo apresenta dois volumes iguais de 8 pisos acima da cota de soleira cada, unidos por um envasamento que resolve a diferença de cota do terreno. Em termos de ocupação dos edifícios, desde inicio já se definira que a torre Norte serviria como sede do seu detentor grupo MSF, enquanto que a torre Sul seria para arrendamentos, tal como acontece. O desafio do projecto começou por resolver as questões de circulação vertical e instalações técnicas. A proposta passou pela tentativa de encontro de um equilíbrio entre o espaço construído, a utilização do ponto de vista do habitante e a apropriação da matéria vegetal para enobrecimento da arquitectura (Arruda, Natura Towers - Ecologia, Energia e Eficiência num complexo de escritórios, 2011; Baião, 2010).

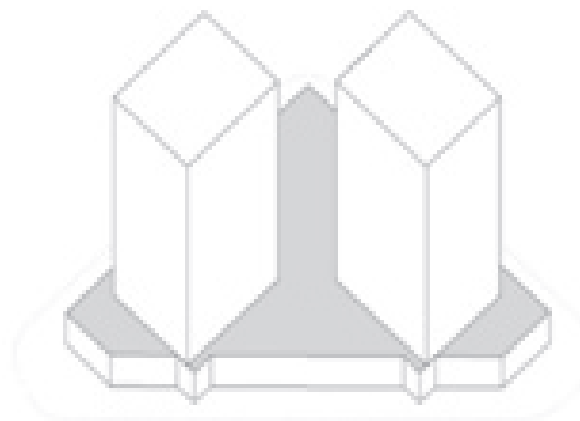


Figura 71 - desenho explicativo da volumetria das Natura Towers, onde se percebe o envasamento comum às duas torres (Retirado de: Baião, 2010)

⁵² Agência nacional para a energia

Segundo Baião (2010), e como se pode ver pela figura 72, o edifício é constituído por um conjunto de paralelepípedos, ligados entre si com elementos revestidos por jardins verticais, como se pode ver pela figura ao lado. Estes elementos são usados com o mesmo princípio formal, tanto nos núcleos dos edifícios como nos arranjos exteriores ao nível da ligação entre as duas praças, cozendo dessa forma todo o conjunto. Os volumes revestidos por vegetação permitem desde logo a marcação de elementos de circulação vertical ao mesmo tempo que ocultar uma série de instalações técnicas como instalações sanitárias, ventilação das caves ou portas de acesso técnico.

A aposta nos jardins verticais surge pelas suas vantagens de impermeabilização, isolamento térmico e acústico, como pelo seu valor plástico e ainda pela sua importância para o conforto físico e psicológico para o ser humano em manter regular o contacto visual com elementos naturais. Desta forma, as superfícies vegetais traduzem-se num aspecto positivo de concepção dos espaços de serviços, reforçando a sensação de calma e confiança ao estabelecer a ligação com a natureza e consequente aumento de produtividade ao utilizador. Os alçados do edifício surgem em módulos de 4x1m, onde aleatoriamente são distribuídos diferentes contextos no interior da dupla fachada nesse módulo: vidro transparente; vidro opalino; sistema de fachada verde; painel fotovoltaico (Baião, 2010; Dinis, 2010).



Figura 72 - desenho explicativo das Natura Towers, onde se percebe a fragmentação do espaço central correspondente aos acessos verticais e espaços de apoio aos escritórios, revestidos por Parede Viva (Retirado de: Baião, 2010)



Figura 73 - desenho explicativo das Natura Towers, onde são perceptíveis os módulos de 4x1m da fachada com diferentes composições de forma aleatória (Retirado de: Baião, 2010)

4.1.2. Preocupações Energéticas e Ambientais

Segundo Baião (2010), quando estão em causa edifícios sustentáveis e de eficiência energética em construção, o primeiro aspecto a ter em conta será sempre a estrutura visível, ou seja, a “pele” do edifício que estará em contacto com o exterior. Quando está em causa um edifício constituído por vidro e metal, como este, á primeira vista pode não parecer muito eficiente energeticamente, mas as Natura Towers possuem tecnologias sofisticadas e inovadoras capazes de esclarecer tal ideia. Desta feita, a transparência pretendida não acarretou qualquer consequência energética para o edifício.

4.1.2.1. Optimização da pele do edifício

As Natura Towers são exemplo de aliança do design às soluções de sustentabilidade disponíveis no mercado. Assim a execução do projecto passou pela concepção da estrutura visível que está em contacto com o exterior e pelo aproveitamento do comportamento térmico/dinâmico do edifício. À partida, um, edifício constituído por quase 90% de metal e vidro pode não parecer exemplar no ponto de vista da sustentabilidade, no entanto a utilização de tecnologias sofisticadas de vidro, controlo dos requisitos eléctricos, ventilação, retenção e poupança do calor, conjugada de forma correcta com a vegetação usada no edifício, tornam-no inesperadamente eficiente (Dinis, 2010).



Figura 74 - A fachada dupla na presença de vegetação no seu interior permite um controlo exemplar na temperatura do ar (Retirado de: Natura Towers, 2011)

As suas fachadas possuem uma dupla camada de vidro duplo, com caixilho pelo seu interior. Assim é garantida uma caixa-de-ar com 65cm para ventilação, controlada por mecanismos e uma fachada cortina, cujos vidros têm uma transmissão luminosa de 65%, uma absorção energética de 42% e uma reflexão luminosa de 10%. O princípio de utilização desta fachada permite controlar e otimizar as variações da temperatura nos escritórios, através da regularização nocturna de Verão (Dinis, 2010).

Os vidros da parte interior da fachada irradiam a temperatura por condução, permitindo que os espaços correspondentes aos escritórios aqueçam e arrefeçam conforme a

estação do ano, permitindo reduções consideráveis em termos energéticos, poupando-se 69% em aquecimento e 41% em arrefecimento.

Em termos acústicos, esta fachada dupla tem também alto desempenho, permitindo níveis na ordem dos 35dB no interior dos espaços (Natura Towers, s.d.).

4.1.2.2. Aposta nas Energias Renováveis

Na elaboração deste projecto, o atelier GJP, foi desde logo alertado para uma mudança de mentalidade em relação aos consumos energéticos, ajudando a sociedade a perceber que o mundo não poderá continuar com consumos energéticos exagerados e sem preocupações com gastos energéticos (Dinis, 2010).

Assim sendo, este projecto foi desde logo elaborado no sentido de melhor tirar partido da óptima exposição solar da sua posição geográfica com cerca de 1860 horas de sol por ano. Foram então instalados painéis solares térmicos nas coberturas (cerca de 21m²), capazes assegurar 100% do consumo de águas das copas e instalações sanitárias. Foram ainda instalados cerca de 332m² de painéis fotovoltaicos, 8 painéis por piso, como se pode ver na seguinte figura, com células poli-cristalinas de 22% de transparência nas fachadas voltadas a sul. Estes últimos garantem 20% da energia necessária para a iluminação dos núcleos centrais, caves e espaços exteriores, onde se inclui ainda a iluminação nocturna da fachada. A fim de evitar desperdícios energéticos relativamente á iluminação, o edifício conta com um sistema de controlo de luz, para uma melhor gestão, para além da transparência da sua fachada parcialmente em vidro que permite uma redução de 50% em gastos com a iluminação dos escritórios, como se observa na figura 75 (Arruda, 2011; Dinis, 2010).



Figura 75 - As fachadas modulares com forte exposição solar possuem pontualmente painéis fotovoltaicos(8 por piso), assim como vegetação à base de trepadeiras em sistemas de fachada verde, no interior da caixa de ar (Retirado de: Arruda, 2011)

4.1.2.3. Aproveitamento das águas

Tendo em conta a quantidade de vegetação envolvida neste projecto, as Natura Towers possuem um sistema de recolha de águas pluviais nas suas coberturas, armazenando-a em depósitos com capacidade para 85 000 litros para usos em regas (Dinis, 2010).

Segundo Arruda (2011), a água das chuvas após recolhida é usada para a rega da sua cobertura ajardinada, assim como para os 3 sistemas de jardins verticais do edifício. Ou seja, para a sua parede viva de 35m de altura, e parede viva ao nível do espaço exterior, onde sistemas por goteje garantem a sobrevivência das plantas por níveis separados por 1,8m. No caso dos elementos de fachada verde pontualmente existentes no interior da dupla fachada, também contam com rega por goteje directamente na caixa de substrato, também proveniente do sistema de recolha.

4.1.2.4. Núcleos Vegetais Verticais

A vegetação é uma constante um pouco por todo o edifício. Desde a recepção, cobertura, núcleos interiores, arranjos exteriores, paredes vivas e mesmo pequenos elementos pontuais de fachadas verdes no interior da dupla fachada de vidro do edifício (Arruda, 2011; Dinis, 2010):

- **Fachadas Verdes:** estas localizam-se no interior da dupla fachada de vidro do edifício, em pequenos módulos aleatórios. São plantadas em caixas de substrato suspensas de fibra de vidro, possuem independência da fachada, através do suporte em cabos de aço verticais. Estes elementos usam plantas á base de trepadeiras. Nas fachadas voltadas a Norte usam *Parthenocissus quinquefolia* e *Hedera helix*, ao passo que nas fachadas voltadas a Sul, usam *Passiflora vitiflora*, a Nascente usam *Lonicera japónica* e por fim a Poente é usada a *Clematis cirrhosa*.

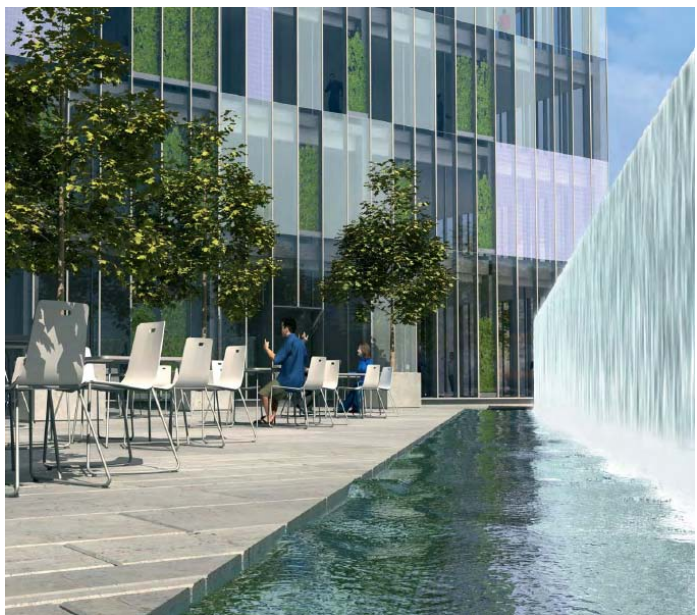


Figura 76 - As fachadas verdes são uma constante de forma aleatória ao longo das fachadas das Natura Towers (Retirado de: Natura Towers)

A água para a sobrevivência destas espécies provém da recolha na cobertura e armazenamento em depósitos, onde posteriormente é usado um sistema de goteje sobre a caixa de substrato, junto da raiz das plantas. Posto isto, a água sobranete é recolhida na base da caixa de plantação e devolvida novamente aos depósitos de armazenamento para posterior utilização.

A manutenção destes sistemas de jardim vertical é mínima, tendo em conta os cuidadosos estudos realizados antes da plantação, onde se realizou um controlo de crescimento das plantas por limitação de substrato.

Para além dos reconhecidos benefícios no panorama geral da sustentabilidade do edifício, as fachadas verdes aqui usadas, proporcionam vantagens de conforto pelo contacto directo do ocupante com elementos vegetais em áreas de trabalho. Servem ainda como “pulmão” da fachada ventilada onde se encontram, regulando naturalmente a quantidade e humidade do ar aí presente.

- **Paredes vivas:** as Natura Towers usam sistemas de parede viva, quer nas suas duas faixas centrais a toda a altura dos edifícios, quer no muro de suporte ao nível do espaço exterior que faz também a ligação entre as duas torres.

O sistema de parede viva aqui usado tem como nome comercial “Naturpaneles®”, comercializados pela empresa espanhola “Intemper”. É um sistema pré-fabricado, com módulos quadrados de 60cm por 8cm de espessura. A sua estrutura consiste em perfis de aço galvanizado que garantem relativo afastamento relativamente á parede, para circulação de ar. Os painéis são constituídos por poliestireno extordido, impermeabilizado por camada de tela. Para substrato das plantas é usado feltro.

A sobrevivência das plantas é garantida por sistema de goteje, em tubos horizontais, em cada 3 módulos, portanto separadas por 1,8m.

Estas paredes vivas possuem uma grande diversidade de espécies, cerca de 250. As mesmas são adequadas ao sistema e permitem variações de aspecto do edifício com a passagem das diferentes estações do ano, através de diferentes épocas de floração.

A aposta nos jardins verticais surge nestes edifícios pelas suas vantagens de impermeabilização, isolamento térmico e acústico, criação de oxigénio para o edifício e para a envolvente, assim como pelo seu valor plástico e importância para o conforto físico e psicológico dos ocupantes, ao manterem regular contacto visual com elementos naturais. Assim estas superfícies vegetais, como se verifica na figura 77, são um aspecto positivo da concepção dos espaços de serviços, reforçando a sensação de calma e confiança, no

estabelecimento de relação com a natureza, aumentando-se dessa feita a produtividade nos escritórios. O caso da parede viva ao nível do espaço exterior para além de outras vantagens, tem como função, em conjunto com uma cascata de água ali presente, reduzir as indesejáveis emissões sonoras, de 70dB para 55dB, resultantes da avenida Padre Cruz (Dinis, 2010).

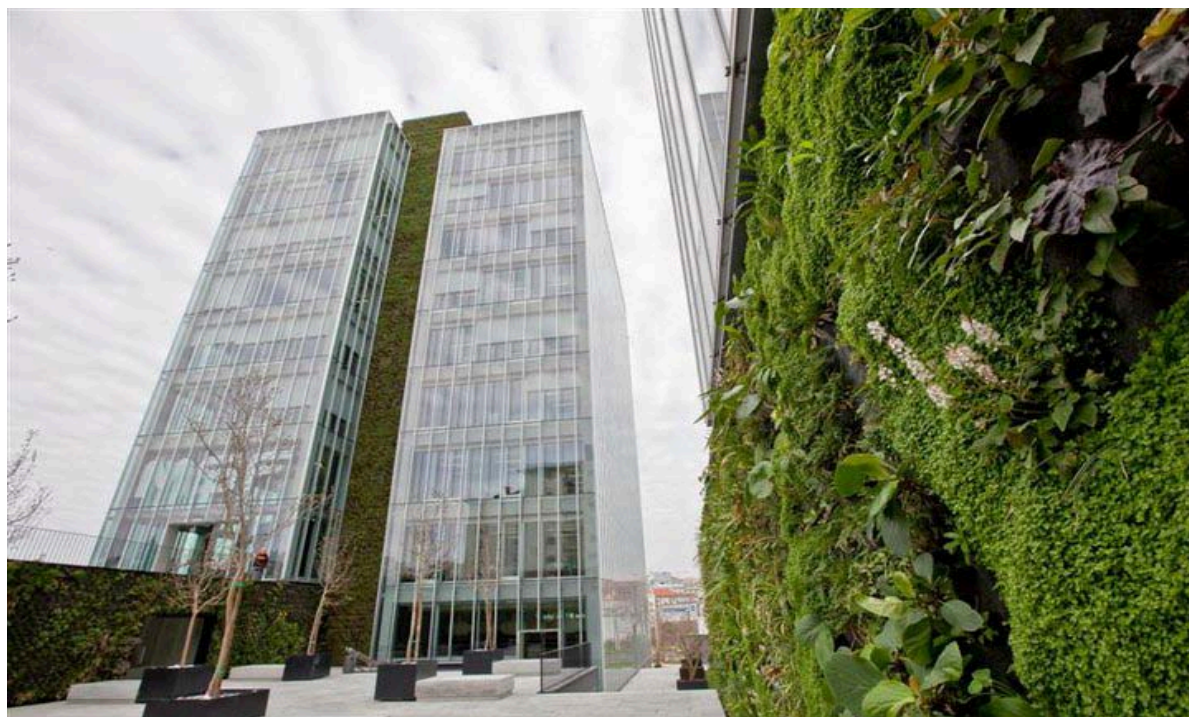


Figura 77 - As paredes vivas são uma constante no envasamento das torres, mas sobretudo numa faixa central correspondente ao miolo da torre onde estão os acessos verticais, a toda a altura da fachada (Retirado de: Natura Towers, 2011)

4.1.2.5. Uma visão com o Futuro

Segundo Dinis (2010), um projecto desta envergadura tem custos acrescidos na ordem dos 20%, tendo em conta a sua inovação, tanto ambiental como estética. As previsões apontam para que haja retornos passados cerca de 10 anos, através das poupanças em custos com energia na ordem dos 60%.

No entanto, se todas as construções respeitassem este conceito, outras importantes compensações emergiriam a grande escala. No entanto, como nas Natura Towers, um projecto destes só fará sentido, tendo uma mensagem para passar do ponto de vista da sustentabilidade. Futuras adesões a esta filosofia de construção sustentável, serão futuramente indispensáveis para a saúde da sociedade e do planeta (Natura Towers, s.d.).

4.1.2.6. Certificado energético e reconhecimentos através dos prémios

As natura Towers são de facto um exemplo de sustentabilidade arquitectónica, onde a aplicação das estruturas verdes, particularmente as fachadas verdes e as paredes vivas têm um grande contributo para tal (Natura Towers, s.d.).

Desta forma foi-lhe atribuído o Certificado de Desenvolvimento Energético e da Qualidade do Ar Interior, a classificação máxima de A+, sendo o primeiro edifício de escritórios no nosso país a alcançar tal classificação. Esta rigorosa classificação implica que o consumo energético do edifício, neste caso de escritórios, seja de 0% a 25%, quando comparado consumos de referência para edifícios na mesma categoria. Outro dos aspectos a ter em conta e que contribuíram para esta classificação, foi a reduzida produção de gases de efeito estufa(CO₂), com valores de apenas 117,6 toneladas/ano, o que representa uma redução de 75% face às emissões de referencia. Nesta classificação, foram analisadas as composições das paredes, coberturas, pavimentos, vãos envidraçados, envolvente das torres, sistema de climatização, iluminação e todos os sistemas de micro geração dos quais fazem parte o sistema fotovoltaico e solar térmico (Dinis, 2010).

Para além destes, as Natura Towers receberam inúmeros prémios, nacionais e internacionais, no ponto de vista da sustentabilidade e emprego de vegetação nas suas fachadas como mostra a tabela 15:

Tabela 15 - Alguns dos prémios nacionais e internacionais na vertente da sustentabilidade conquistados pelas natura Towers (Adaptado de: casa.sapo.pt, 2011; Cristino, 2011; MSF, 2011; MSF, 2010; MSF, 2011; naturatowers.msf-turim.pt; Neto, 2011)

Prémio	Distinção	Entidade Atribuidora	Ano
Classe A+	Certificado de desempenho Energético e Qualidade do Ar Interior	Adene (Agência para a Energia)	
Melhor Edifício de Escritórios			
Edifício Mais Eficiente do Ponto de Vista Energético	Óscares do Imobiliário	Revista Imobiliária	2010
Eficiência Energética	Prémios Nacionais do imobiliário	Salão Imobiliário de Lisboa	2010
Construção Sustentável			
Boas Práticas da Iniciativa Sustentabilidade		Câmara Municipal de Lisboa e Rock in Rio	
Iberoeka ECO2	Certificado de Projecto de Inovação	CYTED (Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento).	

Expo Xangai 2010	Projecto escolhido como “ <i>Case Study</i> ” para representar Portugal na Conferência Internacional “Smarter Buildings in Smart Cities”	Adene (Agência para a Energia)	2010
Melhor novo edifício europeu do ano	Annual Green Building Awards 2011	Comissão Europeia	2011
Prémio de Sustentabilidade	Obras que mais se destacaram durante o ano nos mercados da construção civil e promoção imobiliária	Jornal Construir	2011

4.2. 2º Caso de Referência: Green Box



Figura 78 - A Green Box, onde se destaca o seu Jardim Vertical, assim como a sua cobertura inclinada e a jardinada (Retirado de: Garrido, www.archilovers.com, 2009)

Nome: Green Box

Localização: Barcelona, Espanha

Autor: Luis de Garrido

Ano: 2009

Tipologia: Vivenda sustentável

Área total: 251,2m²

Nº de pisos: 1

Custo da obra: 234.750€

Elementos Verdes: Lado voltado a Norte da torre central do edifício revestido por vegetação em ambos os lados (interior e exterior) e Cobertura inclinada ajardinada como prolongamento do jardim exterior à vivenda.

Classificação energética: edifício 100% sustentável

Segundo Hilal (2011), nos últimos anos, o seu autor Luis de Garrido, “amadureceu” um novo conceito inovador na arquitectura, chamando-lhe de “Arquitectura da Natureza Artificial”. Consiste num sistema ecológico e artificial que possui as suas próprias regras e desenvolve-se em comum com o sistema ecológico natural.



Figura 79 - Aspecto verde da Green Box, onde se destaca a sua cobertura inclinada, como continuação do jardim, e o seu Jardim Vertical na torre central do edifício (Retirado de: Laylin, 2009)

A Green Box consiste num novo conceito de arquitectura que alia a sustentabilidade ao pré-fabricado, de onde advêm vantagens pelos seus reduzidos custos, rapidez de montagem, possibilidade de desmontagem e mudança de local, mas sobretudo por ser energeticamente 100% sustentável, onde para tal os Jardins Verticais que possui dão um grande contributo. A sua arquitectura possui formas simples, onde se destaca a torre central revestida por vegetação, que segundo o seu autor, funciona como chaminé, capaz de resolver questões térmicas. A sua cobertura ajardinada inclinada também se destaca, podendo ser interpretada como uma continuação do jardim exterior, acessível aos seus habitantes (Candia, 2009).

4.2.1. A Sua Arquitectura

Segundo Garrido (2011), a Green Box possui uma estrutura arquitectónica muito simples, como se pode observar pela figura 80, traduzida pelo seu jardim inclinado, que serve como cobertura ao edifício, deixando um espaço habitável de baixo do mesmo. Na parte central do mesmo, situa-se uma torre, com a sua face voltada a Norte revestida por vegetação, tanto interiormente como no exterior. Esta dá forma ao pátio central da habitação, que serve como chaminé, responsável por extrair o ar quente da habitação para o exterior, em períodos de Verão, com ajuda das plantas usadas na sua parede viva.

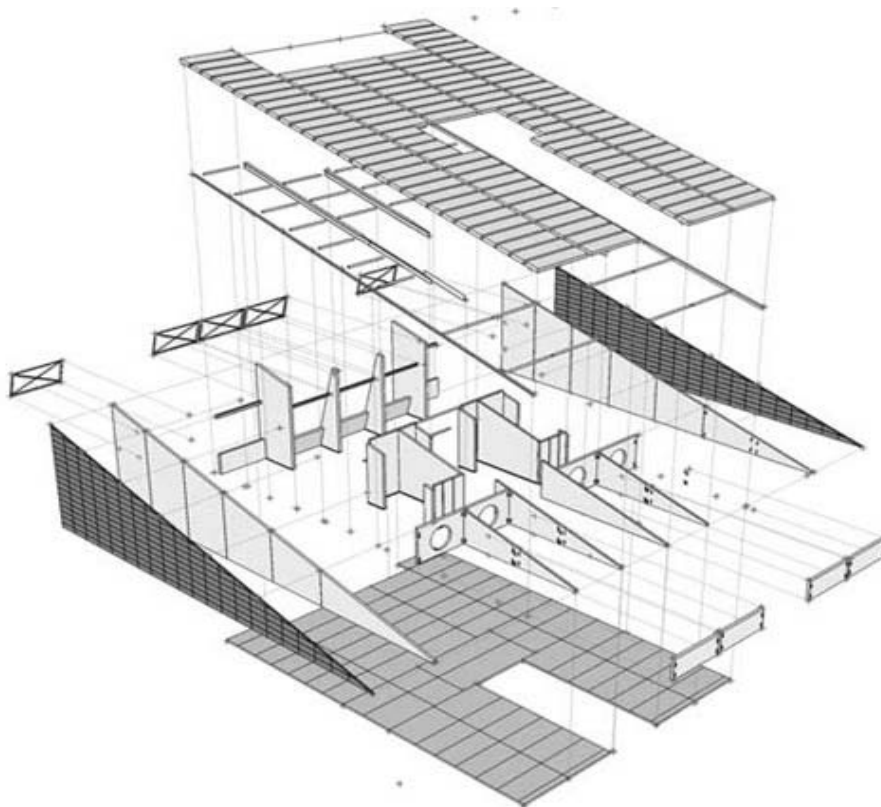


Figura 80 - A Green Box é uma estrutura totalmente pré fabricada e com a possibilidade de facilmente se remover e mudar de lugar (Retirado de: Garrido, www.archilovers.com, 2009)

O seu espaço interior está amplamente pensado, de forma a permitir qualquer compartimentação, adaptando-se o espaço com facilidade a outras tipologias como museu, sala de exposições ou outros. De forma semelhante, poderá ampliar-se, reduzir-se ou modificar-se de forma simples, sem necessidade de obras profundas, e sem gerar resíduos indesejáveis (Garrido, 2011).

A sua cobertura ajardinada e inclinada, consiste numa prolongação do solo, daí que resultem espaços de diferentes alturas. Os espaços resultantes de pé direito reduzido e impróprio são aproveitados para a colocação de maquinarias, como o sistema geotérmico, caldeiras ou intercomunicadores. Em contrapartida os espaços com pés-direitos próprios destinam-se a ser habitados. A torre central localiza-se no centro do edifício, como mostra a figura 81, a qual dá origem a um espaço interior de elevada altura, com uma das suas paredes ajardinadas, local ideal para a realização de processos térmicos, resultando um ar mais fresco durante o verão e mais quente durante o inverno (Garrido, 2011).

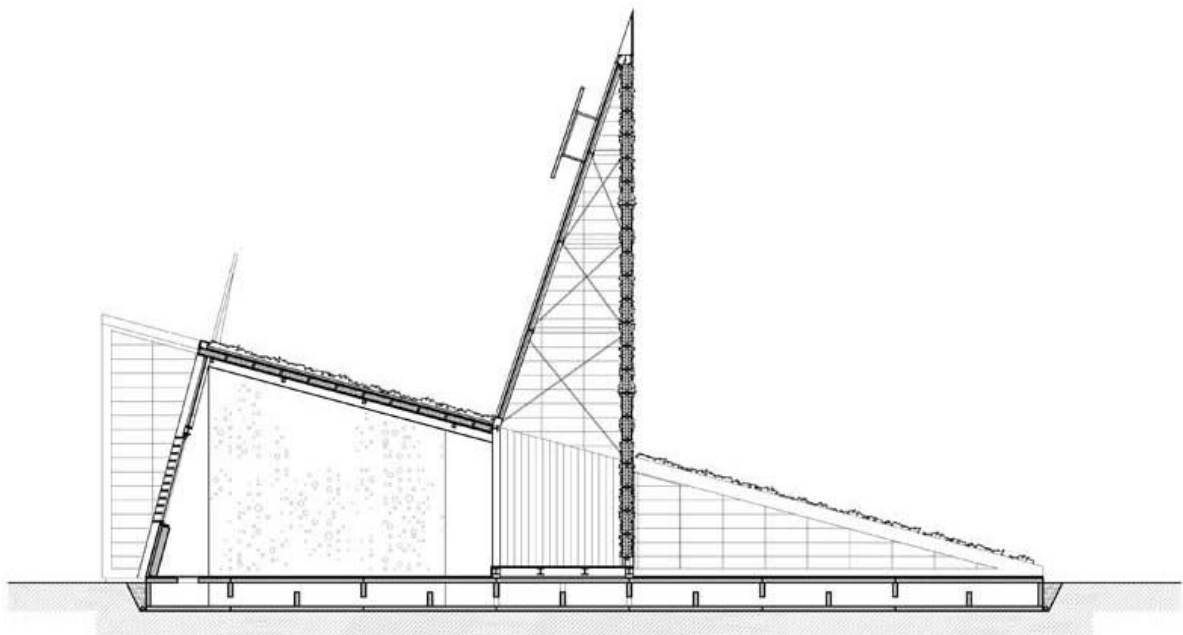


Figura 81 - Na Green box são diversos os elementos que contribuem para a sua sustentabilidade, desde a sua cavidade inferior, á sua cobertura ajardinada mas sobretudo a sua torre revestida por vegetação, tanto no interior como no exterior (Retirado de: Garrido, www.archilovers.com, 2009)

O facto de ser pré fabricada permite uma elevada poupança de custos e tempo de produção, onde a poupança poderá chegar aos 50% e a sua realização acontecer em 15 dias. Da mesma forma, a habitação poderá facilmente ser desmontada e aplicada noutra local. Facto que a torna o seu ciclo de vida infinito (Laylin, 2009).

Em termos de materiais, esta habitação é estruturada por painéis pré-fabricados de metal e lajes também pré-fabricadas de betão armado. Usa ainda materiais como madeira amazónica, vidro mas sobretudo revestimentos vegetais. Segundo Defendorf (2009) e Laylin (2009), os telhados e Jardins verticais usam plantas de pouca dependencia de água e nativas, que protegem a biodiversidade da região do mar Mediterrâneo.

4.2.2. Preocupações energéticas e ambientais

Quando Luis de Garrido começou a projectar a Green Box, o seu principal objectivo foi conseguir um edifício 100% sustentável em termos energéticos, sendo a sua intenção superada. Tudo foi tido em conta, desde os materiais empregues, á forma, á orientação, ao emprego de componentes técnicos de captação energética solar e emprego de vegetação na sua cobertura e fachada voltada a Norte. Sempre consciente das potencialidades do clima temperado Mediterrânico (Candia, 2009; Laylin, 2009).



Figura 82 - Para além dos Jardins Verticais, destacam-se outros elementos sustentáveis no edifício, como os painéis solares e a forte exposição solar Sul (Retirado de: Laylin, 2009)

No seu funcionamento, a Green Box utiliza dois tipos de energia. Energia proveniente do sol e geotérmica, que é a energia proveniente do natural aquecimento do solo. A energia solar é aproveitada de duas formas, termicamente, para aquecimento de águas usadas no pavimento radiante e fotovoltaica, a fim de produzir e armazenar energia para o normal desempenho do edifício. O sistema de energia geotérmica é devidamente explorado. Existe uma cavidade debaixo do edifício de forma a de lá extrair ar fresco em períodos de calor, ao passo que existem captadores de calor também proveniente da temperatura da terra, para ser

utilizada através de um sistema de bomba de calor, para garantir o aquecimento em períodos de inverno (Garrido, 2011).

Tendo em conta que o sol é desejado no interior dos edifícios em períodos frios de Inverno, mas em contrapartida é prejudicial em períodos quentes de Verão, a Green Box possui palas horizontais na sua fachada para gerir e controlar os raios solares incidentes. A torre que serve como chaminé de extracção do ar quente no Verão, em períodos frios de Inverno, tem um sistema em vidro que se fecha, permitindo a entrada da luz mas evitando a saída do ar quente. A mesma é revestida por vegetação na parte voltada a Norte, o que de Inverno não trás vantagens para além das visuais e da produção de oxigénio, mas de Verão contribui para o arrefecimento do ar interior da casa (Garrido, 2011).

Em termos energéticos e de forma resumida, a Green Box tem as seguintes características (Garrido, 2011):

- Possui alta eficiência energética e bicromática;
- Auto-suficiência energética, produzida através do solo e do Sol;
- Auto-suficiência de água, obtida da chuva através de aquíferos; subterrâneos e recolha de águas pluviais;
- Não geradora de resíduos nem emissões;
- Usa materiais ecológicos e naturais;
- Assenta num processo construtivo industrializado;
- Possui total flexibilidade e absoluta transportabilidade;
- Não necessita de manutenção;
- Possui um baixo preço final.

4.2.3. Jardim Vertical e seu contributo sustentável

Como já foi referido, a Green Box consiste numa vivenda 100% sustentável, com uma boa relação com a natureza, onde para tal, assim como outros elementos, a parede viva usada muito contribui.

4.2.3.1. Sistema de Jardim Vertical adoptado

Uma vez que se trata de uma construção pré-fabricada, com a possibilidade de desmontagem e mudança de local, o seu criador, viu-se obrigado a desenvolver um sistema de parede viva também pré-fabricado e com a possibilidade de desmontagem e reaproveitamento. O sistema obtido foi denominado segundo o autor de “*jardim vertical com*

substrato leveiro desmontável”, sendo o seu processo conceptual idêntico a uma parede viva produzida *in situ*, á base de feltro (Garrido, 2011).

A dupla estrutura da parede viva da Green Box é idêntica nas duas faces, quer interior, quer exterior. Sobre a estrutura da parede, colocou-se o isolamento térmico. Entre este ultimo e a estrutura verde foi garantida uma caixa de circulação de ar, através das ripas horizontais de suporte estrutural. Sobre estas são aplicados os painéis de suporte do substrato em polietileno reticular, de 80cm de largura e altura. Estas possuem cavidades de plantação com 10cm de altura, são devidamente perfuradas, a fim de permitir a passagem da água entre os diversos compartimentos. Nas mesmas são colocadas pequenas quantidades de terra, que servirá de suporte vital às raízes das plantas. Para que esta se mantenha, o módulo pré-fabricado em polietileno é envolvido por uma camada de feltro, devidamente grampado ao sistema e no qual se faz uma série de orifícios para a plantação. Veja-se a figura 83 (Garrido, 2011):

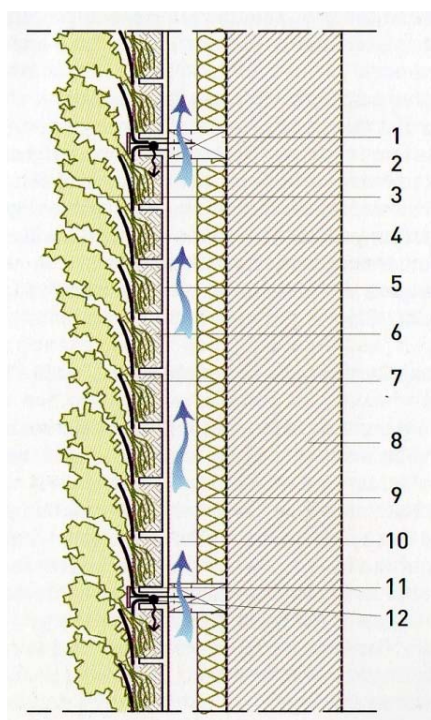


Figura 83 - Esquema do sistema de parede viva (Jardim Vertical com substrato leveiro desmontável) usado na Green Box (Retirado de: Garrido, 2011):

- 1- Ripe metálica horizontal
- 2- Água
- 3- Vegetação
- 4- Raízes da vegetação
- 5- Painel pré-fabricado de polietileno
- 6- Célula de substrato
- 7- Camada de feltro
- 8- Parede estrutural
- 9- Isolamento térmico
- 10- Caixa-de-ar ventilada
- 11- Suporte dos painéis de polietileno
- 12- Sistema de rega por goteje

Tendo em conta as suas características, este sistema permite a plantação e posteriormente a aplicação na parede. Permite ainda uma estrutura mais estável devido á estrutura rígida do polietileno reticulado, que se traduz numa maior capacidade de plantação, onde se poderá colocar com facilidade uma média de 80 a 100 plantas/m². Com isto pudera-se obter uma densidade maior comparativamente aos sistemas hidrópicos, com plantas de menores dimensões, o que permite o resultado final de um jardim vertical uniforme, com um aspecto similar (Garrido, 2011).

Segundo a explicação de Garrido (2011), este conceito de parede viva não é tão exigente em termos de rega, comparativamente com os hidrópicos, uma vez que possui uma pequena porção de substrato. O seu conceito de rega é vulgar, consiste num sistema de goteje, com águas provenientes da recolha em períodos de chuva e armazenada em depósitos. Na parte superior de cada camada de painéis pré-fabricados de polietileno, faz-se passar um tubo perfurado, soltando este por gravidade a água, que percorre as 8 células do painel, visto que são perfuradas. Uma vez que exige menor quantidade de água traz outras vantagens associadas, como o facto de não exigir tanta porção de nutrientes, uma vez que os mesmos ficam retidos com facilidade no substrato e dispensam sistemas de recolha de água na base da parede, também pela mesma razão.

4.2.3.2. Vantagens e desvantagens do sistema de Parede Viva adoptado

Segundo Garrido (2011), o sistema de parede viva desmontável que usou na Green Box tem as seguintes vantagens e desvantagens:

a) Vantagens:

- Pouca necessidade de água e nutrientes;
- Pode usar águas pluviais, na sua rega;
- Não necessita de sistema de recolha e reaproveitamento de água;
- Possui reduzida e económica manutenção;
- Resistente a eventuais falhas de rega, uma vez que possui alguma quantidade de substrato;
- A plantação poderá ser realizada anteriormente á colocação dos painéis na parede;
- Poderá ser desmontado e reaproveitado noutra estrutura;
- Possui um preço moderado, na Europa o seu preço médio ronda os 300€/m²;
- A percentagem de reposição de plantas por motivo de seca é relativamente baixa, na ordem dos 2%;

b) Desvantagens:

- Instalação relativamente lenta;
- Na sua aplicação necessita de mão-de-obra muito qualificada;

4.2.3.3. O Contributo da Parede Viva para a sustentabilidade do edifício

Já conhecido que os jardins verticais proporcionam inúmeras vantagens para os edifícios e para a envolvente. Na Green Box é usada uma parede viva, de forma a tirar vantagens em termos de melhorias no controlo térmico interior, na produção de oxigénio para a envolvente e visualmente para camuflar a estrutura no panorama da natureza (Candia, 2009).

Luis de Garrido usou estrategicamente uma torre no centro da vivenda, que funciona durante períodos quentes de Verão como uma chaminé extractora do ar quente presente no interior do edifício. Este fenómeno é possível graças à parede da torre voltada a Norte estar revestida por vegetação na sua parte interior, o que proporciona a criação de humidade e esta ao evaporar-se faz subir o ar quente, presente no interior da torre. Enquanto isso, ainda termicamente falando, a parede viva exterior tem um papel fundamental de arrefecer o ar na parte exterior próximo da fachada, assim como proteger a parede da torre das indesejadas intempéries e correntes de ar frio, vindas de Norte, em períodos de Inverno como mostram as figuras 84 e 85 (Garrido, 2011):

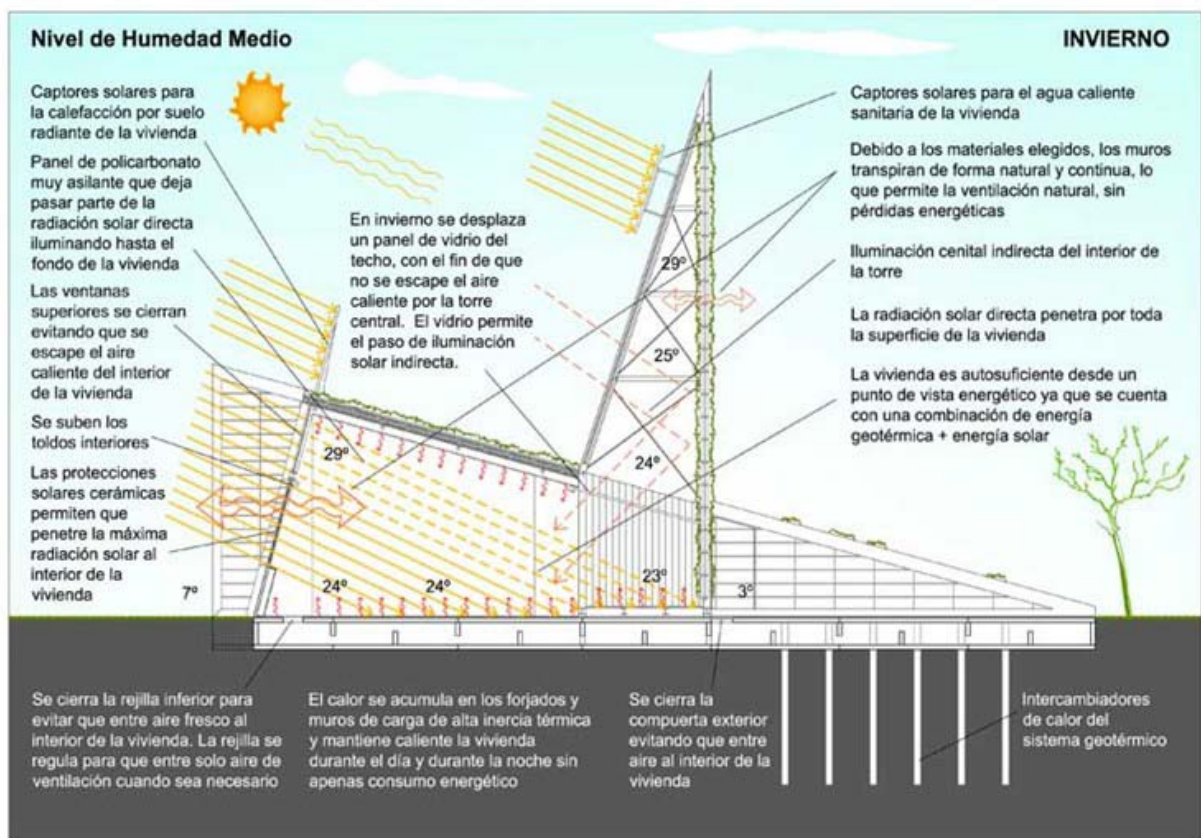


Figura 84 - Corte do edifício onde se verificam as questões sustentáveis do edifício no Inverno. Destaque para a parede viva interior e exterior (Retirado de: Garrido, 2011)

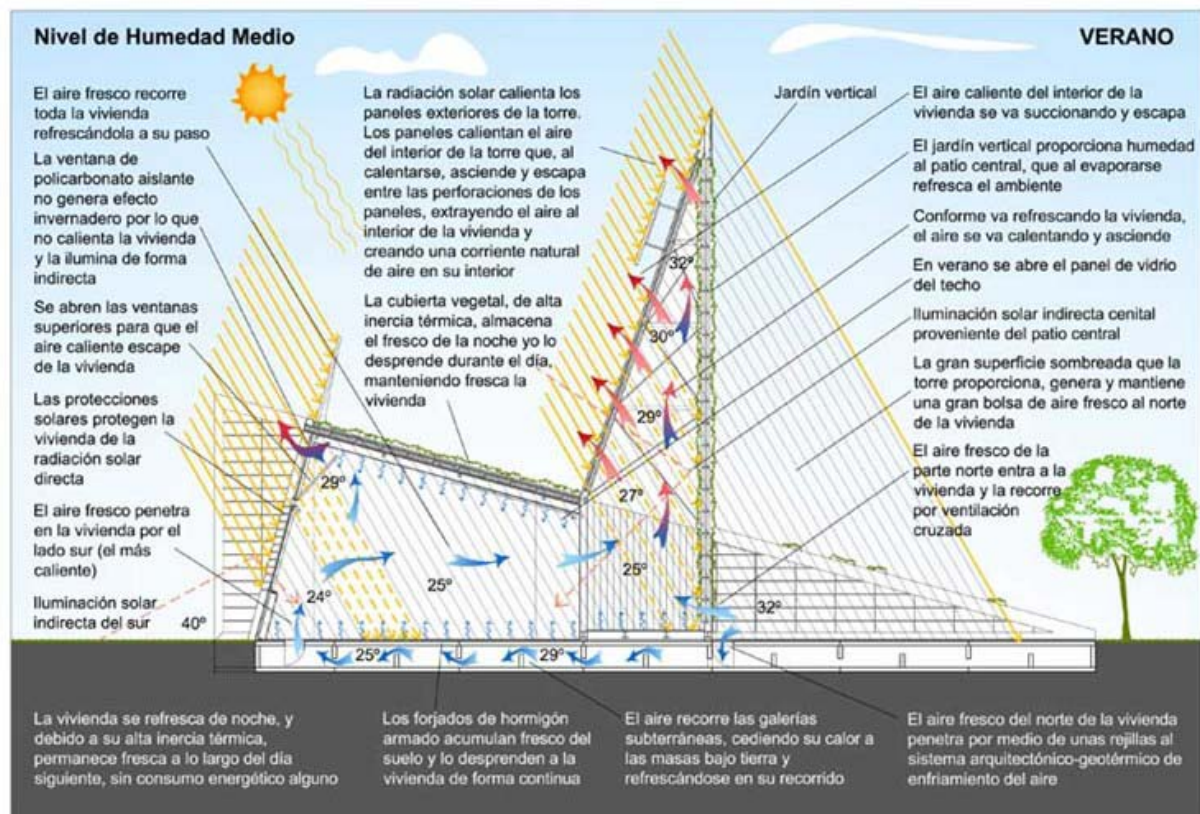


Figura 85 - Corte do edifício onde se verificam as questões sustentáveis do edifício no Verão. Destaque para a parede viva interior e exterior (Retirado de: Garrido, 2011)

Em termos de qualidade do ar, as paredes vivas usadas acarretam vantagens para o edifício assim como para a envolvente deste, uma vez que produzem oxigénio, indispensável para a saúde e bem-estar dos ocupantes (Garrido, 2011)

Em termos estéticos, a dupla parede viva usada na Green Box tem um papel fundamental, na medida do seu contributo para a integração do edifício no seu ambiente circundante. Os mesmos contribuem para a elevada camuflagem da estrutura habitável no panorama verde da sua envolvente. Interiormente proporcionam uma agradável sensação natural e de bem-estar, característica das capacidades da Natureza. Graças ao seu ajardinamento, a torre usada, tornou-se na imagem de marca e reconhecimento desta habitação. A tabela 16 apresenta uma série de contributos do jardim usado para o edifício e sua envolvente (Candia, 2009; Garrido, 2011):

Tabela 16 - Resumo das vantagens proporcionadas pela Parede Viva para o edifício (Adaptado de: Candia, 2009; Garrido, 2011)

Tipo de benefício	Inverno	Verão
Térmico	<ul style="list-style-type: none"> Protecção térmica da parede do lado voltado a Norte 	<ul style="list-style-type: none"> Criação de condições de humidade no interior da torre central do edifício, responsável

pela subida e extracção do ar quente to interior para o exterior;

- Refrescamento do ar junto da parede pela parte exterior.

Qualidade do ar

- Produção de oxigénio e purificação do ar

Estético

- Camuflagem do edifício no panorama natural da sua envolvente;
- Agradável sensação natural e de bem-estar característica da Natureza;
- Imagem de Marca do edifício

4.3. 3º Caso de Referência: Museu Quai Branly



Figura 86 - O museu Quai Branly em Paris tornou-se uma imagem de marca na cidade, pela sua influente parede viva do botânico francês Patrick Blanc (Retirado de: Blanc, 2012)

Nome: Quai Branly Musée

Localização: Paris, França

Autor: Jean Nouvel (arquitetura)
Patrick Blanc (parede viva)

Proprietário: Musée du Quai Branly

Tipologia: Museu

Área de implantação: 8.600m²

Ano: 2006

Elementos Verdes: fachada Norte, voltada ao rio Sena de 12m de altura por cerca de 60m de comprimento, revestida por uma parede viva com cerca de 15.000 plantas de 150 espécies diferentes, originárias de todo o mundo. Obra do Botânico francês Patrick Blanc.

Desde o início do projecto que o Quai Branly teve um forte compromisso com a concepção iconográfica e sustentável, onde quase 2/3 da implantação é ocupada por um triunfante jardim público, como parte integrante do projecto. No entanto, a sua componente vegetal foi ainda mais acentuada pelo trabalho criativo do botânico francês Patrick Blanc, a convite do autor do projecto, o também francês Jean Nouvel. Na fachada Norte, voltada para a margem esquerda do rio Sena, foi instalada uma interessante parede viva, a qual não deixa ninguém que por ali passa indiferente, tornando-se na imagem de marca deste enorme edifício, funcionalmente voltado para as artes primitivas dos continentes Africano, Asiático, Americano e da Oceania (Dugit, 2004; Guillauc, 2010; Somine, 2008; Velazquez, 2011).

4.3.1. Enquadramento Urbano do Quai Branly

Segundo Guillauc (2010), desde o início do projecto que Jean Nouvel, arquitecto responsável pelo museu teve em consideração a sensibilidade e importância do local. Tratava-se de projectar em Paris, junto da margem esquerda do rio Sena. Local com visibilidade através do importante marco da cidade, a torre Eiffel⁵³, num ambiente urbano, traçado por Haussmann durante meados do séc. XIX, local também marcado pelas exposições mundiais de 1889 e de 1937. O museu está por assim dizer, situado num local privilegiado de encontro das artes primitivas, como se pode verificar na figura 87, o que lhe confere ainda mais importância.

⁵³ Torre treliçada de ferro do século XIX. Tornou-se num ícone mundial da França e é o edifício mais alto de Paris



Figura 87 - Quai Branly e a sua importante envolvente parisiense, onde se destaca a Torre Eiffel e o rio Sena, assinalados pelos vértices do triângulo a amarelo (Retirado de: www.maps.google.pt, 2012)

Tendo em conta a delicadeza da zona onde se encontra, a fachada ajardinada pelo botânico francês Patrick Blanc, o projecto não poderá ser visto como uma obra isolada. Sendo a sua parede viva, uma parte do cenário urbano global, possui máxima integração com o jardim anexado ao museu, assim como a continua cortina potenciada pelas densas árvores da avenida. Consiste numa fachada extensa no prolongamento da avenida de Haussmann, a qual cria uma imagem natural e de alguma curiosidade. Para que quem por ali passa, não fica indiferente, como acontece (Guillauc, 2010; Quai Branly, 2006).

4.3.2. A Sua Arquitectura

Segundo o seu autor, Nouvel (2011), o museu Quai Branly foi construído em torno de uma colecção, onde tudo é pensado para proporcionar um surto de emoção ao visitante. A sua arquitectura resultante, possui um carácter inesperado, havendo dificuldades em perceber se trata de um elemento arcaico ou uma expressão da regressão, conseguindo-se assim o embalo da obra de arte pela ilusão.

Para melhor se entender o edifício, poder-se-á imaginar uma fragmentação em 4 partes, como se pode ver na seguinte imagem, uma vez que cada qual possui a sua própria arquitectura e onde decorrem diferentes funções. Há por assim dizer uma autonomia entre as diferentes partes, tendo elas diferentes filiais, mas no entanto interligam-se por percursos próprios, interligando-se também com o agradável ambiente urbano exterior, proporcionado pelo enorme jardim e pela imponente parede viva de uma das fachadas (Quai Branly, 2006).

O fragmento nº 1, de elevadas dimensões, é considerado o “coração” do museu. O mesmo engloba vários espaços de exposição permanente e temporários, auditório com

capacidade para receber peças de teatro, salas de cinema e ainda espaços destinados a trabalhos como pesquisa, restauro e conservação das obras. A sua forma curva e fluida, é estruturada por metal e revestida também por metal, assim como madeira e vidro. Este possui ainda agradáveis terraços com vistas privilegiadas para os jardins envolventes, assim como para pontos de referência da cidade, como a torre Eiffel, o rio Sena ou ainda o Grande Palácio⁵⁴ (Quai Branly, 2006).



Figura 88 - fragmentação do edifício em 4 partes, através da sua diferente arquitectura e das diferentes funções que contempla. A parede viva da autoria de Patrick blanc encontra-se no 2º fragmento, correspondente á parte administrativa do museu (Retirado de: Quai Branly, 2006)

⁵⁴ Edifício singular da cidade de Paris, construído em finais do século XIX junto aos Champs - Elysées

O 2º fragmento, com cerca de 2250m² de área total, contempla as áreas administrativas de todo o museu, para além de uma sala de cinema com capacidade para 100 pessoas, torna-se na parte referênciada de todo o edifício. Isto porque a sua fachada principal a Norte e voltada para o rio Sena, possui a parede viva em causa. Estas na extensão directa da rua traçada por Haussmann, suporta uma pequena curva e possui vãos enormes de caixilharia metálica (Quai Branly, 2006).



Figura 89 - Nesta parte do museu, destaque para a parede viva, assim como para a curvatura da fachada e seus vãos de generosas dimensões (Retirado de: Lee, 2011)

O 3º fragmento possui comunicação directa com o segundo (descrito anteriormente), através de passagens elevadas e transparentes. É construído por materiais como metal, vidro e madeira possuindo áreas destinadas ao comércio, assim como biblioteca, estúdio de fotografia e gravação de vídeo e som, para além de uma sala de leitura (Quai Branly, 2006).

Por último, o considerado 4º fragmento, segundo Quai Branly (2006), está voltado para Sul e conseqüentemente para a rua da Universidade, é composto por pedra e vidro. Este contempla uma livraria aberta ao público, assim como espaços reservados para oficinas das obras de restauração e gestão de colecções.

Jean Nouvel desde o início do projecto que procurava um edifício protegido pela densa vegetação, para tal contou com a colaboração do paisagista Gilles Clément⁵⁵, para os arranjos exteriores e tratamento do enorme jardim envolvente, assim como Patrick Blanc para a criação da parede viva. A aliança da arquitectura com a paisagística e a botânica originou

⁵⁵ Experiente e reconhecido paisagista francês, professor na Escola Nacional de Paisagem de Versailles

uma obra ampla e extensa, de arquitectura diversificada, mas ao mesmo tempo muito funcional, onde foi possível transportar para o interior da cidade, uma enorme vertente verdejante (Dugit, 2004; Quai Branly, 2006).

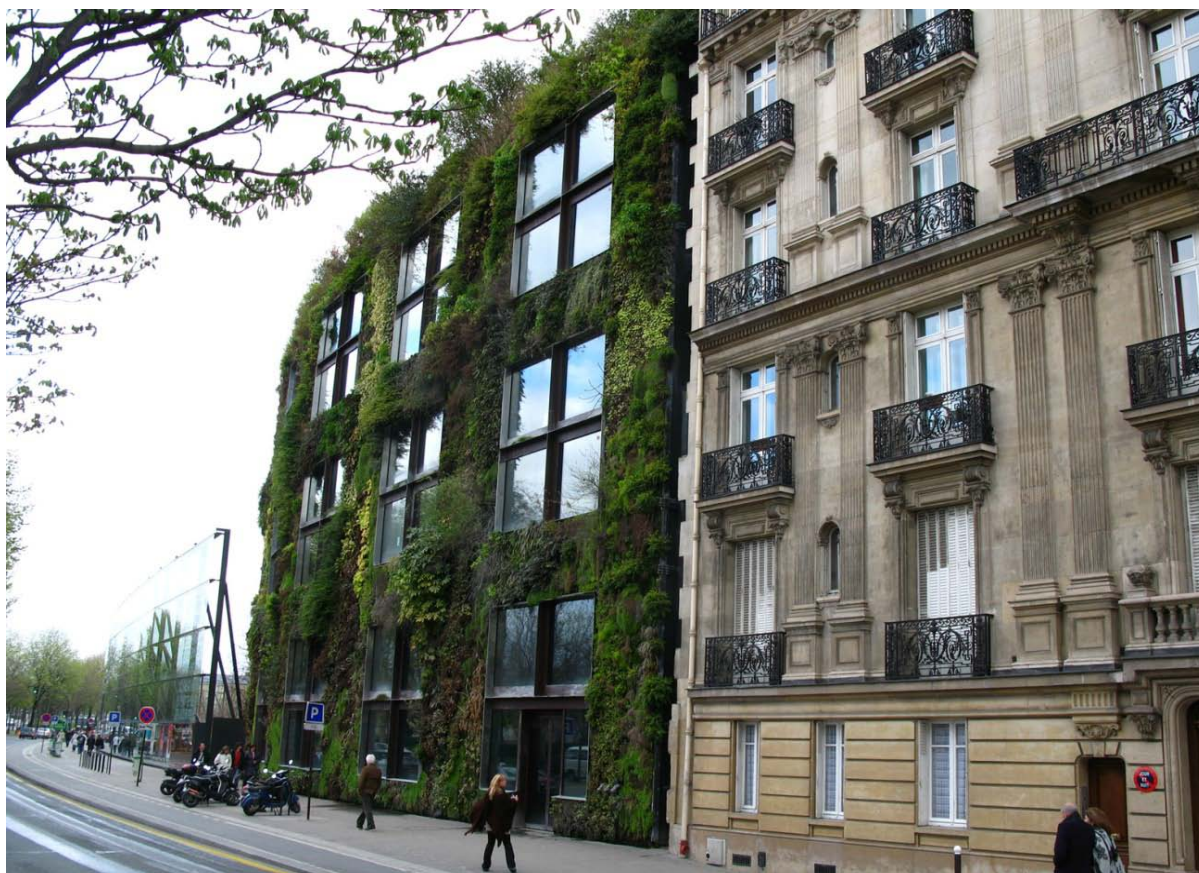


Figura 90 - Desde o início que Jean Nouvel pretendia um edifício protegido pela vegetação e a colaboração com Patrick Blanc resultou no transporte de uma enorme vertente verdejante para o interior da cidade (Retirado de: Blanc, 2012)

4.3.3. Estrutura Verde adoptada na sua fachada Norte

Desde o início que para a realização do projecto, Jean Nouvel tinha uma forte tendência de compromisso com o design sustentável. A primeira ideia consistia em adoptar uma fachada verde á base de trepadeiras, mas com o evoluir do projecto a sua opinião mudou. Dai o seu convite a aquele que reunia o melhor nível de conhecimento e capacidade a fim de desenvolver um sistema vegetal na parede voltada a Norte, não contrastando dessa forma com a filosofia do projecto que se pretendia escondido pela vegetação. Inicialmente foram realizados inquéritos de opinião pelas populações vizinhas, que desde logo não se mostraram muito favoráveis ao conceito inovador da parede viva, mas com o passar do tempo e á medida que a mesma foi construída, passou a ser aceite. O botânico Patrick Blanc, obcecado por plantas e autor de inúmeros e emblemáticos projectos pelo mundo, conhecidas por gigantescas esculturas vivas era então o ideal para dar seguimento á intenção do arquitecto (Barbosa, 2011; Blanc, 2011; Somine, 2008).

4.3.3.1. Características da Parede Viva de Patrick Blanc

O autor da parede pretendia assim instalar um sistema de parede viva que constitui-se um microssistema independente, simples, que imita-se a forma como a Natureza actua. Optara ainda por uma biodiversidade de plantas que se destinava a traduzir naturalmente, a diversidade de artefactos culturais do museu. As regiões inter-tropicais dos 4 continentes que o museu representa seriam assim também representadas ao longo da composição natural da extensa parede (Blanc, 2011; Goedegebuure, 2008; Somine, 2008)

Segundo Velazquez (2011), os resultados obtidos das ideias primárias, traduzem-se numa parede viva Hidrópica, com uma textura natural e rugosa, com um aspecto colorido, em tons de verde, vermelho, amarelo, lilás, rosa e branco.

A base conceptual usada é a mesma de todas as estruturas de Patrick Blanc, denominada por ele por “Mur Végétal” e conhecida no panorama dos Jardins Verticais por parede viva hidrópica. Esta é independente da parede estrutural do edifício, onde uma estrutura metálica permite separação entre elas, criando condições para uma caixa-de-ar totalmente encerrada no interior, funcionando como barreira térmica (Guillaucic, 2010; Lengrand, 2008).

Sobre a parede estrutural do edifício, instalou-se uma estrutura metálica em aço inoxidável que por sua vez suporta uma placa de PVC expandido com 10mm de espessura e garante o afastamento pretendido. A estrutura rígida e independente de PVC tem propriedades permeáveis, a fim de não permitir a passagem da humidade para o interior da caixa-de-ar, e tem como função suportar a estrutura verde. Sobre esta são devidamente fixadas duas camadas de feltro, com 3mm de espessura cada, responsáveis pelo suporte vital das raízes das plantas. Entre a dupla camada de feltro encontram-se os tubos perfurados, responsáveis por fazer chegar a solução nutritiva através da água às raízes das plantas (Kaltenbach, 2008; Lengrand, 2008).

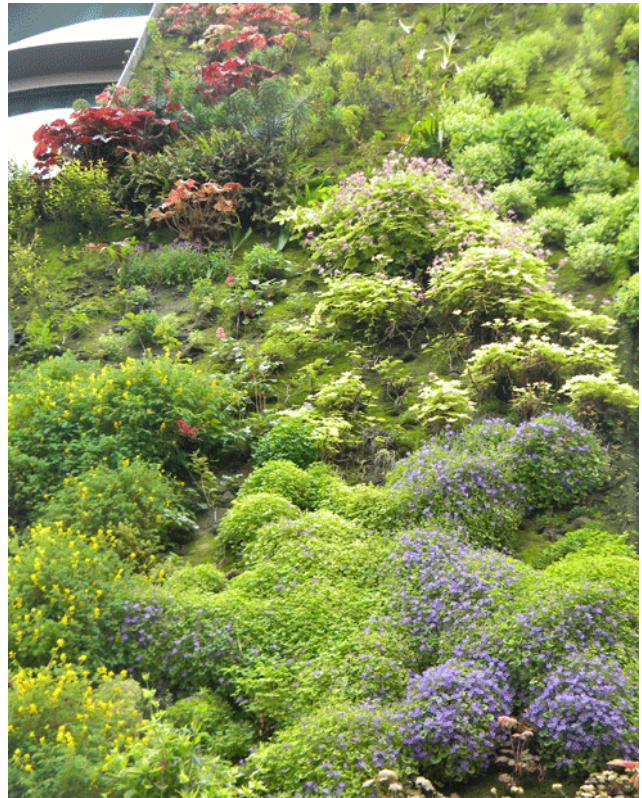


Figura 91 - Aspecto colorido e rugoso da parede vida do museu (Retirado de: Velazquez, 2011)

A sobrevivência das plantas é então assegurada por um eficaz sistema de rega por goteje, através de vários níveis de tubos perfurados, estes envolvidos na dupla camada de feltro. As plantas são assim alimentadas através de uma solução de nutrientes com 0,1grama/litro de concentração, trazida pela água da rega, através de gravidade. No Inverno o período deste fenómeno acontece 2 a 3 vezes por minuto, enquanto que no Verão acontece entre 5 a 6 vezes. O sistema possui um automatismo de paragem caso a temperatura ambiente atinja 1°C, a fim de não danificar o mesmo. Na parte inferior da parede existe um sistema de recolha, como se pode verificar na figura 92, a fim de reaproveitar a água e impedir indesejáveis aspectos de escoamento para a via pública (Kaltenbach, 2008; Lengrand, 2008).



Figura 92 - A água desce por gravidade através do seu sistema por goteje, onde na parte inferior da parede é recolhida para novo ciclo (Retirado de: Velazquez, 2011)

Já é conhecida a tendência de Patrick Blanc para a biodiversidade das suas paredes, onde esta não se torna numa exceção. A sua parede viva aqui apresentada utiliza cerca de 15.000 plantas de 150 espécies diferentes, trazidas das mais diversas partes do planeta. É usada uma enorme quantidade de plantas, onde se destacam algumas como, *Schefflera*, *Clusia*, *Medinilla*, *Anthurium*, *Philodendron*, *Aeschynanthus Pilea*, *Elatostema*, *Fittonia* ou *Episcia*. Estas trazidas de países como, da América do Norte, Europa, Himalaias, China, Japão, Chile e África do Sul (Blanc, 2011; Somine, 2008; Velazquez, 2011).

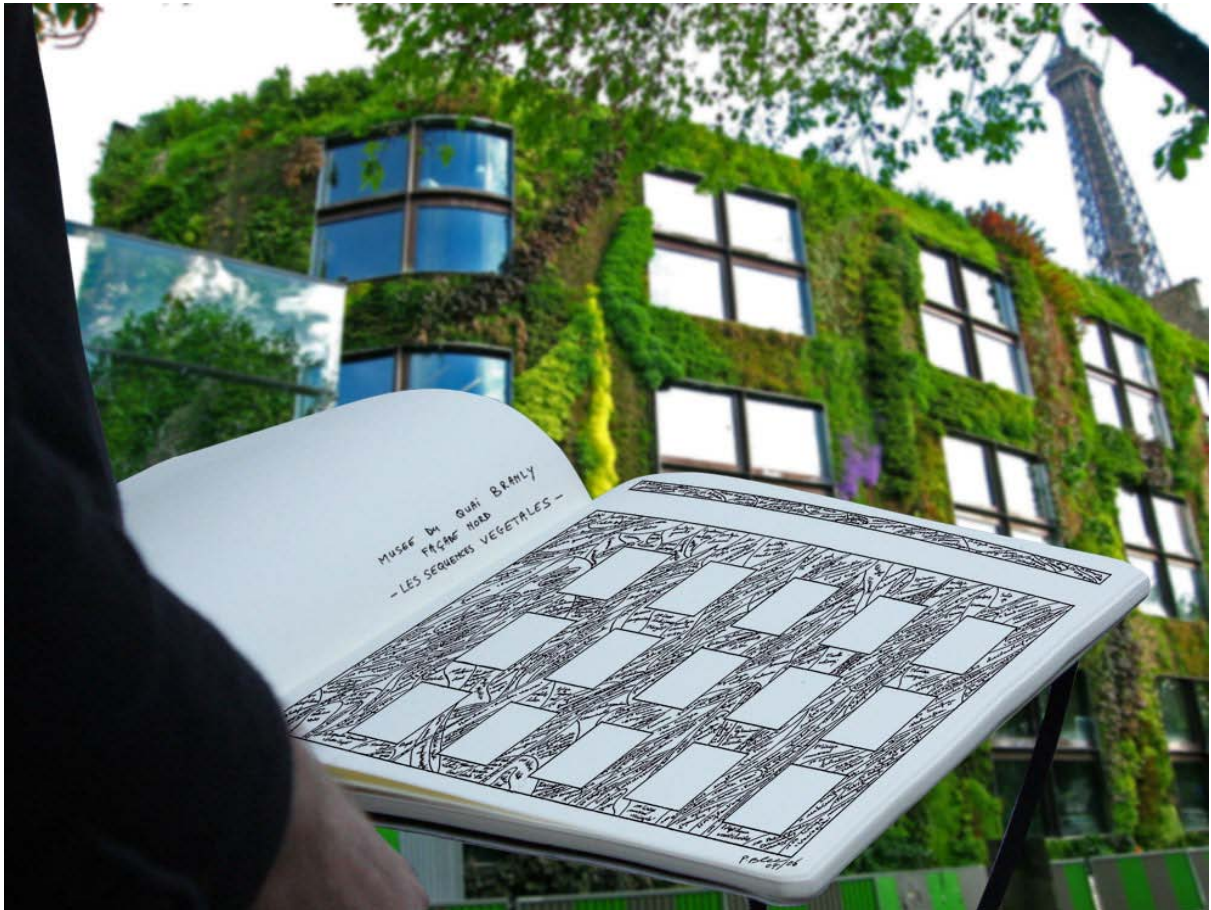


Figura 93 - Desenho de Patrick Blanc com a composição natural da sua parede viva do museu Quai Branly (Retirado de: Reuthal, 2009)

Assim se obtém uma parede viva de elevada biodiversidade, que se constitui por um pequeno microssistema isolado, totalmente dependente da água para a sua sobrevivência. A composição das plantas deriva da criatividade do botânico responsável, onde previamente faz um estudo, prevendo o diferente crescimento das plantas, assim como as diferentes cores de floração. Este facto foi importante nesta obra, a fim de conseguir a composição desejada tendo em conta a relação da origem das plantas com a origem da arte que o museu representa (Barbosa, 2011; Velazquez, 2011).

4.3.3.2. Resultados obtidos da Parede Viva

Segundo Somine (2008), desde o início que se pretendia um compromisso sustentável para com o edifício e deste com a sua envolvente. Pretendia-se ainda uma imagem natural do mesmo como efeito mediático, despertando a curiosidade de quem o observa-se.



Figura 94 - Numa primeira abordagem, parece que a imagem natural da parede viva do museu é capaz de surpreender, não deixando indiferente quem por ali passa (Retirado de: Blanc, 2012)

Do ponto de vista sustentável, a parede viva concebida como uma camada dupla, independente da parede estrutural e com a sua caixa-de-ar fechada, proporciona isolamento térmico, contra o frio no Inverno, traduzindo-se por poupanças energéticas em aquecimento. Durante o Verão funciona também como isolador do ar quente, traduzindo-se na diminuição em gastos energéticos com sistemas de arrefecimento. A vegetação presente na fachada Norte do edifício, protege-o ainda das indesejáveis intempéries, assim como dos elevados níveis de poluição do ar e de ruído característicos das grandes cidades como Paris (Blanc; Guillauc, 2010).

Para além das vantagens para o próprio edifício, a parede verde do museu é também benéfica para a envolvente local e regional. Esta potencia a biodiversidade, uma vez que oferece habitat natural para determinados insectos, assim como aranhas, pássaros e morcegos. Esta tem um papel fundamental na purificação do ar envolvente, absorvendo CO₂ e libertando oxigénio, para além de contribuir para a diminuição do efeito “ilha de calor” característico da cidade de Paris, uma vez que liberta humidade, capaz de arrefecer o ar envolvente ao edifício (Blanc; Quai Branly, 2006; Somine, 2008; Village, 2011).

Finalmente a questão: será que a parede viva do museu cumpriu a sua tarefa estética e mediática que se procurava? A resposta de Somine (2008), é que a opinião pública tem sido bastante positiva. Em termos estéticos, foi conseguida uma boa relação da arquitectura, inclusive a proporção da fachada e vãos com a vegetação plantada. Na opinião de Velazquez (2011), quem por ali passa não fica indiferente, sente vontade de tocar, tendo a sensação de estar perante uma floresta tropical. Sentem ainda uma sensação de magia, proporcionada pelo reflexo vegetal nos seus grandes vidros espelhados.

De facto, esta escultura viva, como muitos lhe chamam, permite ao ser humano, a recriação de um sistema de vida muito semelhante ao natural. Poder-se-á mesmo dizer, segundo Guillauc (2010), que: “*Patrick Blanc introduziu a floresta tropical no coração de Paris:*” Assim sendo poder-se-á dizer que a parede viva do museu conferiu mediatismo à obra, tornando-se no seu elemento de referencia. Segundo Lee (2011), esta é certamente a obra mais importante para o seu autor, o que lhe confere ainda mais mediatismo.



Figura 95 - Esteticamente foi conseguida harmonia entre a arquitectura e a vegetação, proporcionando-se ainda uma agradável sensação tropical no coração de Paris (Retirado de: Velazquez, 2011)

Mesmo reconhecendo o mérito do botânico Patrick Blanc, há um aspecto técnico na concepção desta parede viva que merece reparo. Segundo Somine (2008) e Velazquez (2011), existem alguns problemas com o sistema de irrigação, aparentemente causada por um corte

durante o processo de instalação, o que está a originar a morte de algumas plantas, necessitando estas de serem substituídas como se verifica na seguinte figura:



Figura 96 - Algumas plantas da parede encontram-se mortas, por causa de eventuais falhas no sistema de rega (Retirado de: Velazquez, 2011)

A tabela 17 faz um resumo do contributo da estrutura verde adoptada no museu, assim como uma explicação dos seus efeitos:

Tabela 17 – Resumo das vantagens públicas e privadas da parede viva do museu Quai Branly em Paris (Adaptado de: Blanc, The Vertical Garden; Guillauc, 2010; Lee, 2011; Quai Branly, 2006; Somine, 2008; Velazquez, 2011; Village, 2011)

Tipo de vantagem	Efeito	Privado/Público
Isolamento térmico	<ul style="list-style-type: none"> • Poupanças energéticas em aquecimento em períodos de Inverno; • Poupanças energéticas em refrigeração em períodos de Verão. 	Privado
Protecção da fachada	<ul style="list-style-type: none"> • Protecção contra indesejáveis intempéries; • Protecção conta a poluição; • Protecção sonora. 	Privado
Biodiversidade	Formação de um habitat natural para determinadas espécies animais	Público
Qualidade do ar	<ul style="list-style-type: none"> • Absorção de CO₂; • Libertação de oxigénio. 	Público

Efeito “Ilha de Calor”	Diminuição deste efeito através da criação de humidade e consequente arrefecimento do ar em períodos de calor.	Público
Relação Arquitectura/Vegetação	Superada, através da proporção da fachada e dos vãos com as espécies naturais.	Público e Privado
Sensação Natural	Superada, conseguindo-se no coração de Paris a sensação de estar num ambiente tropical.	Público e Privado
Mediatismo	Conseguido, sendo a parede viva, a imagem de marca do edifício.	Público e Privado

Tendo em conta as vantagens públicas e privadas dos jardins verticais, nomeadamente neste exemplo estudado, estuda-se no capítulo seguinte a sua possível instalação na habitação social do Porto, que aparentemente carece de intervenção no seu edificado, assim como na sua “estrutura verde” exterior.

Capítulo V

5. Caso Prático

Depois do estudo realizado nos capítulos anteriores, em que no capítulo II se fez uma revisão da falta de espaço verde e sua importância nos grandes centros urbanos, no capítulo III se estudaram os jardins verticais e de no capítulo IV se analisou a sua aplicação em 3 exemplos, agora no presente capítulo, estuda-se a sua possível aplicação em edifícios de habitação social na cidade do Porto.

5.1. Os Jardins Verticais como reabilitação dos bairros sociais do Porto

O Porto é conhecido pelo seu denso núcleo urbano e por ser a cidade portuguesa com o maior número de bairros sociais, depara-se actualmente com um grave problema de degradação do edificado social e carência de áreas verdes próximo destes. Uma eventual aplicação dos jardins verticais em determinadas fachadas, poderá melhorar questões térmicas dos edifícios, proporcionar melhorias na qualidade do ar local, assim como melhorar a imagem de degradação com que se deparam actualmente muitos casos de habitações sociais e proporcionar aos moradores uma importante oportunidade de aproximação à Natureza. Esta aproximação tem vindo a diminuir, à medida que a cidade cresce e o espaço rural tem sido substituído por edifícios e vias de comunicação, substancialmente depois da grande transformação industrial da 2ª metade do século XIX e consequente mudança da sociedade do meio rural para a cidade (Cardoso, 2009; Teixeira, 1994).



Figura 97 – O Porto industrializado do século XIX (Retirado de: <http://gallobar.blogspot.pt>)

5.1.1. Breve História e Origem dos bairros sociais do Porto

Para o estudo deste caso prático, torna-se fundamental um recuo no tempo, até à origem dos primeiros bairros sociais, que remonta ao século XIX, altura em que apareceram as “ilhas” nome dado às primeiras habitações de baixo custo da cidade do Porto.

5.1.1.1. A Revolução industrial da 2ª metade do século XIX e o aparecimento das “ilhas”

Segundo Cardoso (2009), os bairros do Porto são provenientes da necessidade de criação de habitação económica como forma de dar resposta à problemática do alojamento das sociedades de rendimentos reduzidos. Este problema já se vinha a agravar desde a revolução industrial que se veio a verificar em Portugal na segunda metade do século XIX e consequente migração da sociedade do meio rural para a cidade do Porto, para trabalhar nas indústrias. Um pouco à semelhança do que já tinha acontecido noutros grandes centros urbanos como por exemplo das cidades inglesas ou alemãs.

Em finais do século XIX a cidade do Porto deparava-se com um grave problema de falta de infraestruturas de habitação, para dar resposta ao elevado número de migração para o interior da cidade. Estes vinham à procura do trabalho que só esta cidade poderia proporcionar na região Norte do país, em áreas como a indústria, particularmente ligada à fiação e tecelagem, entre outras profissões como policia, soldados, empregados de comércio, sapateiros, carpinteiros, pedreiros, lavadeiras e vendedores ambulantes. Todas elas pouco remuneradas, tornando-se pouco rentáveis para a classe trabalhadora (Matos, 1994; Pereira V. B., 2003).

Nestas circunstâncias, à procura de habitação de baixo custo, rapidamente se saturaram as habitações nos velhos edifícios do centro histórico da cidade. Havia necessidade de dar resposta ao problema do alojamento, surgindo desta forma as ilhas. Este foi o nome dado à habitação improvisada em curto intervalo de tempo na cidade do Porto em finais do século XIX e inícios do século XX, semelhante às habitações operárias que surgiram anteriormente nas cidades inglesas como Leeds, Manchester ou Liverpool. Estas surgiam nas traseiras das casas da burguesia, em áreas urbanas consolidadas (Pereira V. B., 2003; Teixeira, 1994).

As “ilhas” constituíam-se por filas de pequenas casas, alinhadas em estreitos e extensos corredores, onde no final existiam sanitários comuns a todos os moradores. Como se pode verificar pela figura 98, ocupavam a parte posterior dos estreitos lotes, característicos da

cidade, definidos no século XVIII pelos Almadás⁵⁶. Estas organizavam-se em grupos de cerca de 20 habitações, mas em alguns casos verificavam-se grupos de 150 fogos. Consistiam em pequenas habitações, que por vezes não excediam os 16m² de área. Possuíam apenas 3 compartimentos, uma sala que servia também de quarto, uma pequena alcova e também pequena cozinha. Estas possuíam apenas uma frente, o que não permitia a ventilação cruzada. Este facto era ainda mais agravado por não existirem mais que 2 vãos por habitação. Existia apenas uma porta e uma janela, que por vezes eram tapados por uma cortina de tecido, o que se tornava difícil em períodos de Inverno para fazer face às condições ambientais adversas (Pereira V. B., 2003; Teixeira, 1994).

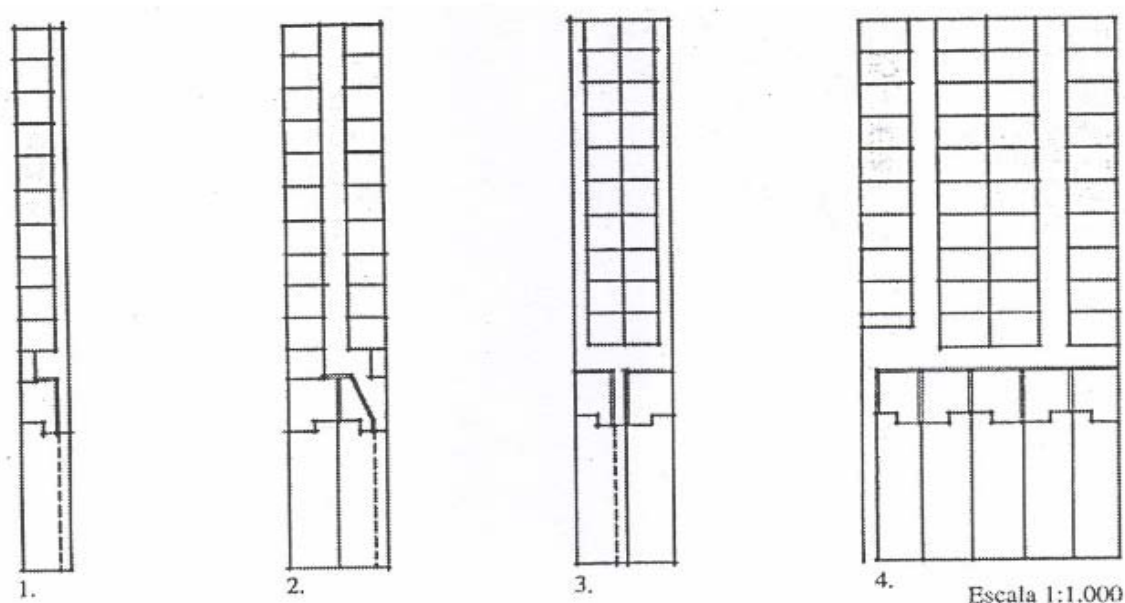


Figura 98 - 4 modelos distintos de tradicionais ilhas no porto: 1- Ilha construída no mesmo lote; 2- Ilha construída em 2 lotes, com corredor central; 3- Ilha construída em 2 lotes com casas dispostas costas com costas e dois corredores laterais de acesso; 4- Ilha construída em terrenos de traseiras, correspondendo a vários lotes. Filas sucessivas de casas construídas costas com costas (Retirado de: Pereira, 2003)

As mesmas pertenciam á classe média, essencialmente comerciantes, que usavam o espaço exterior das suas habitações para produzirem algum lucro, que por vezes chegava aos 25%, permitindo recuperar o investimento em cerca de 4 anos. Propunham à classe trabalhadora uma pequena parcela de terreno, sem condições de habitabilidade, algumas das quais sem luz solar directa, por uma determinada renda. Melhor dizendo, as ilhas não faziam parte de nenhuma rua, mas dos logradouros pertencentes aos edifícios da rua (Gonçalves, 1988; Pereira V. B., 2003; Teixeira, 1994).

⁵⁶ Família portuense do século XVIII, dedicada ao urbanismo e formação dos lotes da cidade, com as suas características próprias por serem estreitos na confrontação com a rua e profundos

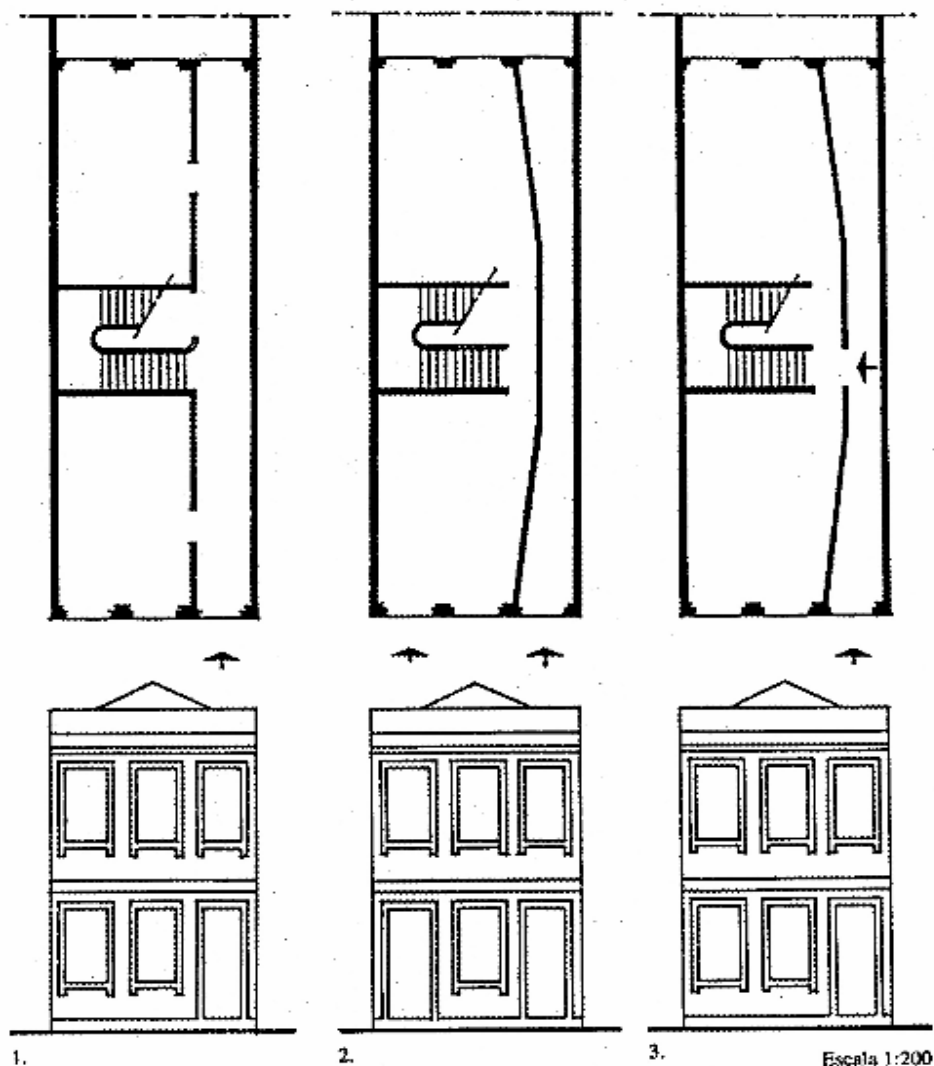


Figura 99 -Planta e alçado respectivamente das típicas habitações da classe média, com destaque para as diferentes soluções de acesso para o interior do lote e respectivas ilhas. Solução 1- Habitação normal ainda sem acesso á ilha; Solução 2- abertura de uma 2ª porta para acesso á ilha; Solução 3- partilha da mesma porta de acesso da rua, do proprietário e inquilinos da ilha (Retrado de: Pereira, 2003)

Em termos geográficos, a maior parte destas habitações operárias de má qualidade localizavam-se próximo das principais áreas industriais, onde se destacaram 3 grandes grupos (Pereira V. B., 2003):

- Grupo de ilhas perto das indústrias que operavam no Bonfim e Campanhã, com os núcleos de ilhas de Campanhã, Antas, Eirinhas, Guelas de Pau, Monte do Bonfim, Godim, Heroísmo, Povoá, Preza velha, Formiga, Lomba e, mais próximo do centro da cidade, a área de S. Victor;
- Outra dos grandes grupos a destacar, localizou-se na zona de Massarelos e Cedofeita, com os núcleos de ilhas da Arrábida, Torrinha, Rua do Breyner, Rua do Príncipe da Beira (actual rua Cinco de Outubro), rua do Triunfo (actual rua D. Manuel II), rua do Rosário, Vilar e Parceria;
- O terceiro grupo que merece destaque localizava-se a Norte da cidade, o qual incluía as ilhas da Bouça, Lapa, Faria Guimarães, Paraíso, Travessa de São Brás da Rainha,

(actual rua de Antero de Quental), Travessa da Senhora da Conceição, Travessa de Campos, Travessa de Germalde, (actual rua da Regeneração), Leal-Fontinha, Rua da Duquesa de Bragança, (actual rua D. João IV) e Monte dos Congregados.

O conceito de ilha progrediu ao longo do tempo. Segundo Pereira (2003), *“Mais tarde, as ilhas tornam-se objecto da actividade especulativa de largos sectores da classe média, particularmente os ricos comerciantes e os emigrantes retornados do Brasil, ou até mesmo os próprios proprietários directos do solo, o que levou à construção de ilhas muito maiores, ocupando de forma mais extensa o interior dos quarteirões, com casas de melhor qualidade, com dois pisos, apresentando, assim, maiores áreas de habitação e configurando-se como autênticos bairros operários.”* No caso de grandes indústrias como o caso da Fábrica de Fiação de Salgueiros, Fábrica da Social da Fontinha, Fábrica de Fiação e Tecidos do Jacinto, optaram pela construção das suas próprias infra-estruturas de modo a alojar os seus operários.



Figura 100 - aspecto da galeria de acesso às habitações numa tradicional ilha do Porto no século XIX (Retirado de: Teixeira, 1994)



Figura 101 - Planta da cidade do Porto, com a localização dos principais bairros sociais, construídos entre 1901 e 1956 (Retirado de: Matos, 1994)

Na passagem do século XIX para o século XX, a construção das ilhas na cidade do Porto não parava de aumentar, atingindo números exuberantes, sem que houvesse qualquer controlo por parte da autarquia. Segundo Matos (1994), em 1899 haviam 1048 ilhas, em 1929 eram já 1301 num total de 14676 edifícios da cidade.

As condições de vida nestes locais eram por vezes desumanas. Aliado à dureza e elevado numero de horas de trabalho, os operários careciam de falta de conforto no seu lar em periodos de descanso. As suas habitações eram de reduzidas dimensões, com um pé direito que por vezes não excedia os 2 metros. A ventilação e luz natural era escassa, uma vez que na maioria dos casos cada parcela tinha apenas uma frente com dois vãos. A precariedade era ainda mais agravada com a má qualidade e execução dos materiais, essencialmente á base de pedra e madeira. A falta de isolamentos térmicos aliada á ineficassia dos vãos que por vezes não passavam de cortinas de tecido dificultava ainda mais a sobrevivência em periodos extremos de Inverno ou de Verão. Em termos de infraestruturas constituia-se mais um problema. Não havia água canalizada assim como sanitarios individuais. Geralmente havia apenas um sanitário para cada 5 habitações. A falta de saneamentos constituia-se noutra grave problema, visto que apenas 7% dos lares contava com ligação á rede de esgotos. A estes problemas de higiene aliava-se outro causado pela ocupação das ilhas em terrenos que deveriam ser ocupados por vegetação. A cidade portuense do século XIX já se deparava com problemas ambientais potenciados pela carência de espaços verdes no seu núcleo urbano (Gonçalves, 1988; Teixeira, 1994).

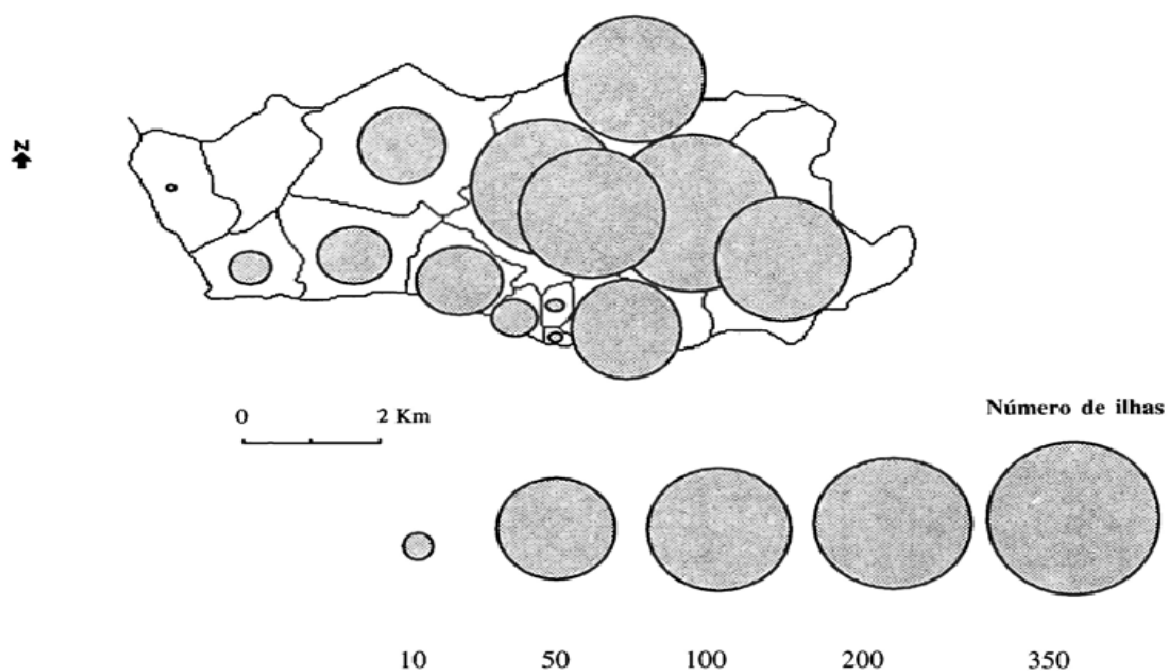


Figura 102 - Planta do Porto com o levantamento em 1940, com a quantidade e localização do número de ilhas (Retirado de: Matos, 1994)

Segundo Teixeira (1994), a aliança da precariedade do trabalho, da habitação, das condições urbanísticas, inclusive falta de infraestruturas, causou um acentuado crescimento da taxa de mortalidade. Entre 1905 e 1909, a mesma era de 31 mortes por cada 1000 habitantes, surgindo a tuberculose⁵⁷ como a principal causa.

A precariedade de habitação que se verificava era em parte originária da falta de intervenção e fiscalização autárquica, uma vez que até então para a construção de novos edifícios só merecia apreciação a fachada voltada para a rua. Todo o resto era construído conforme a intenção do proprietário. Uma vez que as ilhas não faziam parte da fachada voltada para as ruas, não estavam sujeitas a qualquer plano de exigências, verificando-se tais casos problemáticos. Havia necessidade de inverter tal situação. Foi então que em 1901 surgiu a publicação do Regulamento Geral de Saúde, dois anos depois o Regulamento de Salubridade das Edificações urbanas e em 1905, o novo código de posturas municipais. Este último obrigava a que para a obtenção de uma licença de construção, fosse necessária apresentação de projecto completo da obra. Mesmo assim posteriormente ainda se verificavam casos de anomalias visto que muitas vezes se construía de forma oculta face á legislação (Matos, 1994; Teixeira, 1994).

Os tempos seguintes correspondentes à primeira década do século XX, caracterizou-se por uma série de medidas por parte do estado e da Câmara, como finalidade de por fim á precariedade das ilhas, mas sempre com poucos resultados visíveis. Sempre agravado pelos fracos recursos económicos da classe trabalhadora. Só em 1918 com o impulso da Implantação da República Portuguesa⁵⁸ se verifica o aparecimento do primeiro bairro social da cidade. Consistia no bairro de Sidónio Pais, hoje conhecido por bairro social da Arrábida. Posteriormente, em 1919 foi concluída a construção de 4 colónias operárias. Segundo Pereira (2003), dava-se assim o primeiro passo rumo á substituição das ilhas por habitações económicas mas com melhores condições de habitabilidade, mesmo que de uma forma lenta.

Segundo Cardoso (2009), desde a criação do primeiro bairro social em 1918 até 1956, foram experimentadas uma série de medidas e criações habitacionais, mesmo que de forma lenta, devido a uma série de transformações políticas ocorridas nesse período. Em 1929, Almeida Garrett⁵⁹, procede a um inquérito, o qual visava uma análise às condições a que

⁵⁷ Doença conhecida na antiguidade por “peste cinzenta”. É uma das doenças infecciosas documentadas desde mais longa data e que continua a afligir a Humanidade na actualidade.

⁵⁸ resultado de um golpe de estado organizado pelo Partido Republicano Português que no dia 5 de

Outubro de 1910, destituiu a monarquia constitucional e implantou um regime republicano em Portugal

⁵⁹ João Baptista da Silva Leitão de Almeida Garrett (Porto, 1799-1854), foi escritor, dramaturgo romântico, orador, ministro e secretário de Estado Português.

estavam sujeitos os moradores das ilhas. O mesmo mais uma vez se traduz em precariedade, concluindo que a cidade do Porto necessita da construção de 16000 habitações, considerando-se pela primeira vez os bairros de habitação colectiva como possível solução.

Como resposta prática, surge em 1940 o primeiro bairro social colectivo do Porto. O bloco Duque de Saldanha com uma capacidade para 115 famílias, a construir junto das ilhas que o mesmo substituíra. Este tinha como finalidade o realojamento das famílias provenientes das ilhas de São Vítor. De seguida em 1944 foi concluída a 1ª fase do bairro de S. João de Deus, constituído por 144 habitações colectivas e a sua 2ª fase concluída em 1956 com 152 habitações. De seguida surgiu o bairro das Condominhas em 1955 com capacidade para 26 famílias e o bairro de Pereiró em 1956 com 64 habitações. Consistiram no primeiro passo rumo aos bairros de habitação colectiva de melhores condições de habitabilidade, surgidos depois do Plano de Melhoramentos de 1956 (Matos, 1994).



Figura 103 - Imagem actual do primeiro bairro social de habitação colectiva construído em 1940 (Retirado de: <http://doportoenaoso.blogspot.pt>)

5.1.1.2. Do Plano de Melhoramentos de 1956 até ao bairro da actualidade

O Plano de Melhoramentos implementado em 1956, inicialmente com previsão para durar até 1966, mas que se prolongou até á década de 70, tornou-se num importante marco na história da cidade. Surgiu dos estudos feitos e do Plano de Salubridade das Ilhas do Porto,

que previa aproveitar o período de expansão política e financeira do país, a fim de substituir as caóticas ilhas por habitação económica, mas que reunisse as condições básicas de habitabilidade (Cardoso, 2009; Matos, 1994).

Segundo Cardoso (2009), o mesmo teve a responsabilidade da construção dos principais bairros sociais da cidade, os quais substituíam as ilhas. Estes eram construídos em zonas periféricas, onde o valor do terreno era menor, preferencialmente junto às principais vias de circulação, a fim de facilitar a deslocação da classe trabalhadora para os seus locais de trabalho. Assim permitiam o alargamento da cidade, de forma controlada, mudando a imagem urbana, libertando os densos e caóticos espaços centrais.

O período referente ao Plano de Melhoramentos foi responsável pela construção de 6000 habitações, em 13 bairros. Destacam-se alguns exemplos como o bairro do Bom Sucesso, concluído em 1957, com um total de 128 habitações em 6 edifícios, o bairro da Pasteleira em 1960, com um total de 608 habitações em 27 edifícios, o bairro do Cerco em 1963 com 804 habitações num total de 32 edifícios, entre outros. Este período caracterizou-se por elevada rejeição das populações de classe baixa para áreas periféricas da cidade, ditando uma redução de 15% a 20% do número de pessoas a habitar as ilhas (Matos, 1994).

Este plano tornou-se importante na medida em que permitia realojar parte da classe baixa da cidade, em habitações de baixo custo, mas que garantiam condições de habitabilidade, com padrões de conforto aceitáveis, tendo em conta preocupações humanitárias de higiene urbana e saúde pública. Urbanisticamente assentavam em parte nas ideias da carta de Atenas, propondo espaços ajardinados na sua envolvente, mesmo que ainda que de forma deficitária (Cardoso, 2009; Pimenta, 2001)

No final do Plano de Melhoramentos em 1971, ainda muito havia a fazer na cidade do Porto. Ainda grande percentagem de população vivia nas ilhas. Face às circunstâncias, foi criado o plano SAAL (Serviço de Apoio Ambulatório Local) em 1974 durando 2 anos. Uma ideia do então Secretário de Estado da Habitação, Arquitecto Nuno Portas⁶⁰ (Figueiredo, s.d.).

Através do seu carácter e singularidade, o novo plano marcou uma ruptura nas lógicas de localização territorial da habitação, traduzindo-se numa resposta inovadora. Esta resultou na criação de novos bairros como mostra a tabela 18:

⁶⁰ Nuno Rodrigo Martins Portas (Vila Viçosa, 1934), arquitecto formado pela Escola de Belas Artes de Lisboa e Porto.

Tabela 18 - Nome do bairro e seu número de habitações, construído no período de 1974 a 1976 na cidade do porto, referente ao período do plano SAAL (Serviço de Apoio Ambulatório Local) (Adaptado de: Figueiredo s.d.)

Nome do Bairro	Nº de fogos
Antas	82
Bouça	257
Chaves de Oliveira	28
Contumil	326
Francos	244
Lapa	238
Leal	49
Maceda – Acácio	47
Massarelos	47
Miragaia	900
Prelada	11
S. Vítor	52
Total: 3 000	

O programa SAAL que terminou em 1976 teve um impacto muito limitado na produção de alojamento, tendo em conta a sua efemeridade. Este terminou devido ao conturbado contexto político da época. No entanto, este permanece ainda hoje como uma referência insubstituível no que respeita às formas de construir cidade e às soluções urbanas e arquitectónicas adoptadas (Pimenta, 2001).



Figura 104 - O bairro da Mouteira construído em 1988, é um exemplo de bairro social do Porto, construído no pós Plano de Melhoramentos (Fotografia pelo autor)

Em seguida e até aos dias de hoje, muito foi feito na tentativa de melhorar a habitação social da cidade. Foram construídos novos bairros como o de Ramalde em 1979, Bessa Leite em 1982, Mouteira em 1988, Santa Luzia em 1994, entre outros. Outros sofreram ampliações como o caso do Bairro do Lagarteiro em 1979 ou o Cerco em 1991 por exemplo. No entanto, só no dia 8 de Junho de 2003, o jornal Comércio do Porto, fazia manchete, dizendo que a última ilha municipal da cidade do porto seria demolida nesse mesmo mês. Assim foi, assistiu-se em 2003 à demolição da última ilha municipal da cidade do Porto (Pereira V. B., 2003).

Actualmente, o Porto é a cidade portuguesa com o maior número de bairros sociais. Apresenta 12 551 fogos, dispersos por 47 bairros. São cerca de 40 000 pessoas a residir nos mesmos, correspondendo a 15% da população total da cidade, como mostra a figura 105 (Martins, 2008).

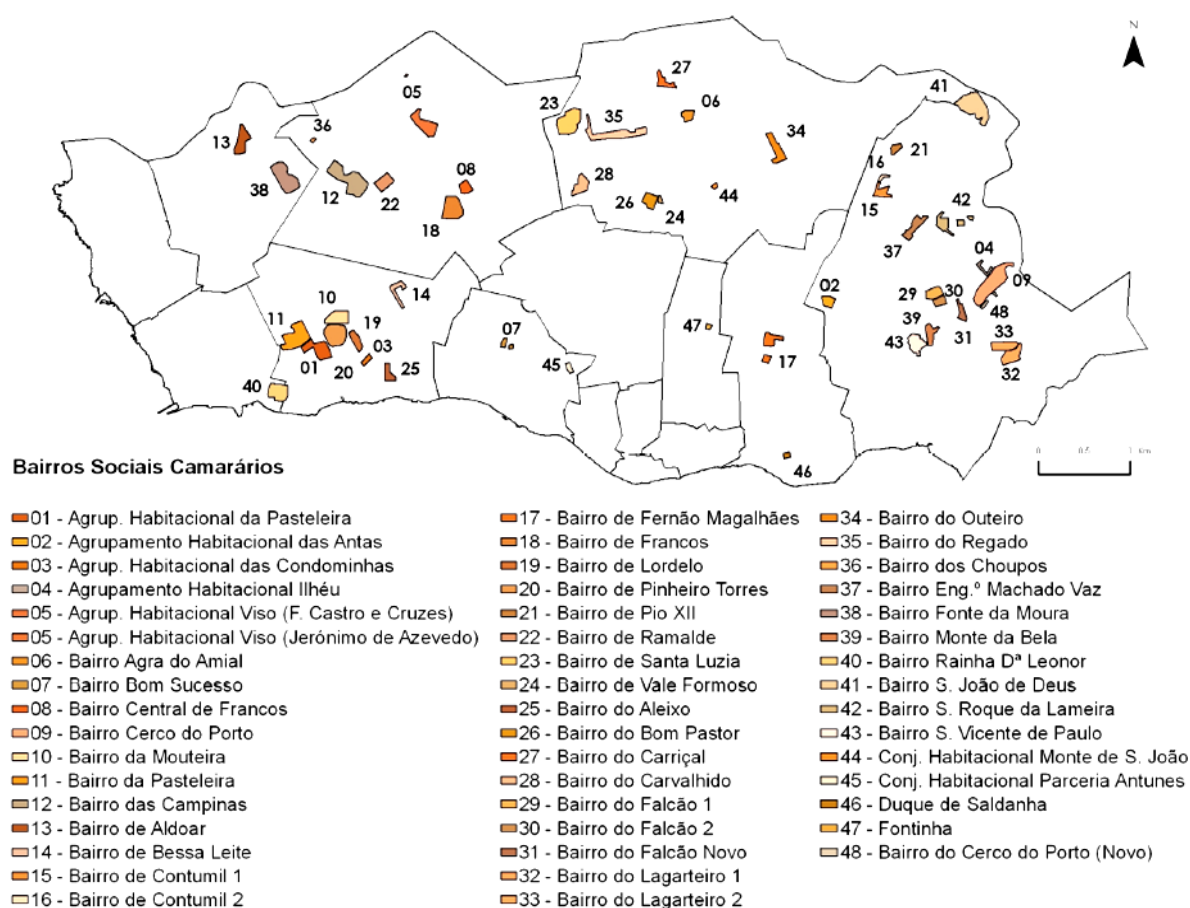


Figura 105 - mapa dos bairros sociais da cidade do Porto (Retirado de: Martins, 2008)

Ao longo da história dos bairros sociais que começou na 2^a metade do século XIX, com as denominadas ilhas, fizeram-se uma séria de esforços e tomaram-se uma série de medidas com a finalidade de melhorar as condições da habitação das classes baixas. Em primeiro procedeu-se á substituição das ilhas por bairros sociais de habitação colectiva que demorou até ao presente século. Entretanto, sobretudo após 1956 com o Plano de

Melhoramentos, o estado e autarquia fizeram uma séria de progressos e esforços a fim de melhorar a habitação que sempre foi preocupante. No entanto, segundos, muitos dos cidadãos da classe baixa da cidade continuam à margem de uma habitação em conformidade, com os padrões de conforto e salubridade dignos de uma cidade e sociedade que se pretende moderna e desenvolvida (Pereira V. B., 2003; Pimenta, 2001)

O longo processo de formação do parque habitacional municipal, deixou marcas profundas no espaço urbano e no tecido social. Em termos de edificado, até à década de 90 não se realizaram programas de conservação e manutenção nos edifícios. O espaço envolvente também não sofreu qualquer conservação, sobretudo do ponto de vista vegetal. Actualmente, está-se a fazer uma série de esforços de conservação e reabilitação dos bairros mais degradados, mesmo que de forma superficial (Figueiredo, s.d.; Pimenta, 2001).

5.1.2. O estado actual do edificado Social do Porto

Actualmente a cidade do Porto depara-se com um elevado estado de degradação habitacional, nomeadamente ao nível dos bairros sociais. Estes de uma forma geral carecem de determinadas intervenções, como forma de reabilitação, propondo aos seus habitantes melhorias de conforto e bem-estar. A política da “*Domus Social*⁶¹”, entidade responsável pela habitação social da cidade, passa pela requalificação exterior do edificado. Esta só acontece no exterior, em alguns casos de forma profunda, noutros de forma muito superficial. Só são alvos de reabilitação, elementos como coberturas, procedendo-se à sua substituição total ou parcial, pequenos arranjos estruturais no que confere essencialmente a varandas, arranjo das fachadas, nomeadamente tapagem de fissuras, recuperação de rebocos e sua pintura, assim como recuperação ou substituição de caixilharias (Ferreira J. A., 2012; Guedes, 2008; Martins, 2008; Natálio, 2011).

Este processo de reabilitação é lento e conta já com 10 anos. No entanto da quase meia centena de bairros sociais da cidade, cerca de 12 sofreram requalificação profunda, como por exemplo o bairro de Campinas, Carriçal, Carvalhido, Duque de Saldanha, Fernão Magalhães, entre outros. 7 sofreram requalificação parcial, como o bairro de Contumil, Fonte da Moura, Lagarteiro ou Santa Luzia por exemplo. 5 encontram-se em actual reabilitação, como o caso do bairro de Aldoar, Contumil, Rainha Dona Leonor, Santa Luzia e São Roque da Lameira (Ferreira J. A., 2012; Sacramento, Silva, Neves, Câmara, & Espinheira, 2012).

⁶¹ Empresa municipal constituída em 2000 para a gestão do parque habitacional do concelho do Porto.



Figura 106 – O edificado do bairro do Carrizal sofreu uma profunda requalificação, no entanto o mesmo continua fragilizado em determinados aspectos, os quais os jardins verticais poderiam ser uma solução válida (Fotografia pelo autor)



Figura 107 - bairro de Francos também passou por um processo profundo de reabilitação, no entanto continua com problemas de isolamento térmico e acústico, para além da carência de espaços verdes na sua envolvente (Retirado de: www.acm-silvidro.com)



Figura 108 - o bairro do Regado também foi alvo de intervenção profunda, no entanto só a nível exterior, essencialmente no que confere a pintura e caixilharia (Fotografia pelo autor)



Figura 109 - O bairro de Contumil encontra-se actualmente em reabilitação profunda, no entanto só em termos de edificado, o exterior manter-se-á igual (Retirado de: <https://maps.google.pt>)

Segundo Ferreira J. A. (2012), uma perspectiva de futuro próximo, tendo em conta a sua necessidade, são esperadas obras de reabilitação em 7 bairros. São eles o bairro de Ramalde, Bom Pastor, Falcão, Monte da Bela, Pasteleira, Cerco e Eng.º Machado Vaz, como se pode verificar na tabela 19:

Tabela 19 - Actual estado dos bairros do Porto relativamente à sua reabilitação (Adaptado de: (Ferreira J. A., 2012; Sacramento, Silva, Neves, Câmara, & Espinheira, 2012)

Estado	Nome dos Bairros	Intervenção
Bairros reabilitados	Campinas; Carriçal; Carvalhido; Duque de Saldanha; Pinheiro Torres; Fernão de Magalhães; Francos; Lordelo; Outeiro; Pio XII; Regado e Vale Formoso; Dr. Nuno Pinheiro Torres.	Profundo arranjo a nível da cobertura, arranjos estruturais, essencialmente a nível das varandas, arranjo das fachadas e substituição das caixilharias
	Aldoar, Contumil; Fonte da Moura; Lagarteiro; Rainha D. Leonor; Santa Luzia; S. Roque da Lameira	Intervenção superficial, como cobertura, tapagem de pequenas fissuras, pintura da fachada e arranjo de algumas caixilharias
Bairros em Reabilitação	Aldoar; Contumil; Rainha D. Leonor; Santa Luzia; S. Roque da Lameira.	
Bairros Integralmente a reabilitar	Ramalde; Bom Pastor; Falcão; Monte da Bela; Pasteleira; Cerco; Eng.º Machado Vaz	

As figuras 110, 111 e 112, mostram exemplos de bairros sociais que serão próximos alvos de intervenção:



Figura 110 - O Bairro de Ramalde carece de intervenção urgente. O seu edificado encontra-se muito debilitado, assim como do seu espaço envolvente carece de requalificação vegetal (Retirado de: <https://maps.google.pt>)



Figura 111 - No bairro do cerco, são muitas as carências em termos de edificado, assim como espaços verdes envolventes (Retirado de: <http://desinformanahora.blogspot.pt>)



Figura 112 - um pouco à semelhança do que acontece com os anteriores, o bairro Falcão também carece de intervenção do seu edificado, assim como do seu espaço envolvente, visto que os seus espaços ajardinados se encontram bastante fragilizados (Retirado de:<https://maps.google.pt>)

A reabilitação realizada, assim como a que está em curso e a que se espera, torna-se essencial, mas no entanto insuficiente, tendo em conta a sua superficialidade, o facto de melhorar sobretudo as questões estéticas das suas fachadas ou destinar-se apenas ao edificado, não incluindo o espaço verde envolvente. Este para além de escasso encontra-se descuidado, com pouca vegetação e com aspecto de maus tratos (Ferreira J. A., 2012; Figueiredo, s.d.; Pimenta, 2001).

Como resposta à degradação e inexistência de espaço verde envolvente, assim como outras carências em termos de edificado, como por exemplo questões de isolamento térmico, acústico ou melhoramento estético. Propõe-se uma possível aplicação de jardins verticais em determinados bairros, dando-se as torres do bairro de Santa Luzia, os blocos do bairro de Contumil com os topos orientados a Norte, assim como outros exemplos. Seguem-se os princípios e estratégias dos melhores técnicos reconhecidos como Patrick Blanc e Luis de Garrido, a fim de melhor tirar partido das conhecidas vantagens dos mesmos para os edifícios e suas envolventes.

5.1.3. Os jardins Verticais como proposta à reabilitação do edificado social do Porto

Estudadas as propriedades, características e potencialidades dos jardins verticais, e as carências da habitação social do Porto, nomeadamente falta de conforto térmico, acústico, falta e degradação do espaço verde envolvente, propõe-se os primeiros como possíveis

soluções aos problemas da última. De uma só vez estes poderão solucionar os problemas do edificado, assim como as questões urbanísticas, propondo-se os jardins verticais como compensação das poucas e descuidadas áreas ajardinadas envolventes (Martins, 2008).

De uma forma geral poder-se-iam tornar soluções viáveis para qualquer bairro social da cidade. No entanto, segundo Garrido (2011), a aplicação destes tornar-se-á mais rentável em casos que possuam fachadas secundárias dos seus edifícios orientados a Norte, como é o caso das torres do bairro de Santa Luzia e os blocos do bairro de Contumil com os seus topos orientados a Norte, entre outros. É proposta uma solução de parede viva hidrópica, reinterpretando o conceito daquele que é considerado o especialista em estruturas ajardinadas verticais, Patrick Blanc.

Em primeiro importa conhecer de forma breve as características dos bairros em questão, assim como a sua localização.

5.1.3.1. Bairro de Santa Luzia, suas características

O bairro de Santa Luzia consiste num dos maiores empreendimentos de habitação social da cidade, construído por iniciativa da Câmara Municipal do Porto, na década de 90, tendo atribuído a responsabilidade do projecto aos arquitectos Chaves Almeida e Fernando Neves⁶². O bairro é constituído maioritariamente por edifícios de 4 pisos, mas no seu limite a Norte destacam-se 6 torres, a maior com 17 pisos e as restantes com 10 (Ferreira J. A., 1999).



Figura 113 - Imagem aérea do bairro de Santa Luzia, assinalado a vermelho. Próximo de importantes vias rodoviárias como a VCI, Circunvalação ou EN14 (Retirado de: <https://maps.google.pt>)

⁶² Chaves Almeida & Fernando Neves Arquitectos, Lda. Arquitectos associados com sede na cidade do Porto

Localiza-se a Norte da cidade do Porto, praticamente no limite com o município vizinho de Matosinhos. Em termos de acessos, como se pode verificar pela figura 113, está alguns próximos do entroncamento entre a VCI (Via de Cintura Interna) com a EN14 (Estrada Nacional 14), e desta com a estrada da Circunvalação. Como se pode ver ainda pela mesma figura 113, na proximidade (lado direito), encontra-se o bairro do Regado, construído em 1963, ainda no período do Plano de Melhoramentos de 1956.



Figura 114 - Planta do bairro de Santa Luzia assinalado com mancha azul. Destaque para as suas 6 torres no limite Norte e assinaladas a vermelho, as quais serão alvo da possível aplicação dos jardins verticais (Fonte: C.M.Porto)

A construção do mesmo foi concluída em 1996, tornando-se num dos maiores bairros sociais da cidade, tanto em termos de área ocupada, como em número de fogos, somando um total de 890. Deste total, 640 repartem-se pelos edifícios de 4 pisos em tipologias que vão de T1 a T4, e 250 fogos repartem-se pelas 6 torres também das mesmas tipologias. Ainda segundo Ferreira (1999), as 6 torres, foram agrupadas no limite Norte do bairro, fazendo a articulação volumétrica com o núcleo habitacional mais antigo, situado ao longo da rua de

Santa Luzia, onde a sua implantação se processou de forma a evitar rupturas ou choques com a malha urbana envolvente.

Na implantação das 6 torres do bairro, pelos arquitectos responsáveis, Chaves Almeida e Fernando Neves, houve preocupações em evitar abertura de vãos a Norte, a fim de proteger os edifícios das indesejáveis intempéries, dispondo-se os mesmos sobretudo a Nascente e Poente. Assim se criam as condições essenciais para o ajardinamento da fachada voltada a Norte, de onde se poderá tirar melhor proveito da vegetação (Ferreira J. A., 1999).

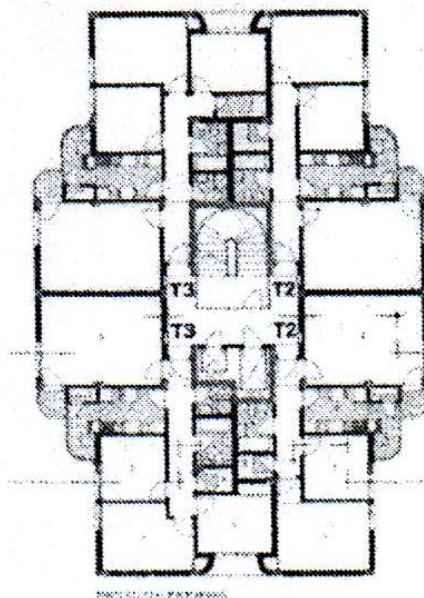


Figura 115 - Planta tipo de uma das torres do bairro de Santa Luzia. Destaque para os topos quase encerrados em termos de vãos, a Norte como a Sul, reunindo-se as condições essenciais para a aplicação dos jardins verticais (Retirado de:Ferreira, 1999)

Segundo Ferreira J. A. (1999), em termos construtivos, na construção das torres assim como do restante bairro, optou-se por soluções de qualidade garantida, sendo a sua vertente económica amplamente preponderante no orçamento geral. Optou-se por uma repetição de elementos base, como por exemplo da coluna de acessos verticais, das formas das varandas, dimensionamento dos vãos e suas caixilharias, assim como a uniformização do tratamento final das fachadas.

Em termos de materiais, o edifício é estruturado por betão armado, sendo utilizado o tijolo para a realização das paredes. O mesmo é rebocado por argamassa de cimento e posterior pintura, como se pode verificar pela figura 116 (Ferreira J. A., 1999):



Figura 116 - Aspecto da fachada poente de uma das torres do bairro de Santa Luzia. Destaque para o uso do reboco de argamassa de cimento e posterior pintura na sua fachada. Destaque ainda para a fachada voltada a Norte (à esquerda), característica pela sua quase ausência de vãos, características propícias à aplicação dos jardins verticais (fotografia pelo autor)

5.1.3.2. Bairro de Contumil, suas características

O bairro de Contumil consiste num dos mais relevantes e maiores bairros da cidade, construído por iniciativa da Câmara Municipal do Porto em 1977, pouco depois do Plano de Melhoramentos de 1967. Este, com uma área total de 57 535m², insere-se num tecido urbano de carácter residencial, albergando 1235 habitantes repartidos por 502 fogos (Pedrosa, 2010).



Figura 117 – Imagem aérea do bairro de Contumil, assinalado a vermelho. Próximo de importantes vias de comunicação como a VCI e a linha férrea (Retirado de: <https://maps.google.pt>).

Localiza-se na freguesia de Campanhã, esta na parte nascente da cidade e no limite com o concelho vizinho de Gondomar. Encontra-se junto de importantes vias de comunicação, como se pode verificar pela figura 117, da VCI (Via de Cintura Interna), assim como da linha férrea que faz a ligação com as regiões Norte e Noroeste da cidade. Em termos de acessibilidades, este bairro encontra-se privilegiado, tendo em conta a proximidade com a avenida de Fernão Magalhães, e conseqüente facilidade de penetração na VCI ou estrada da Circunvalação.

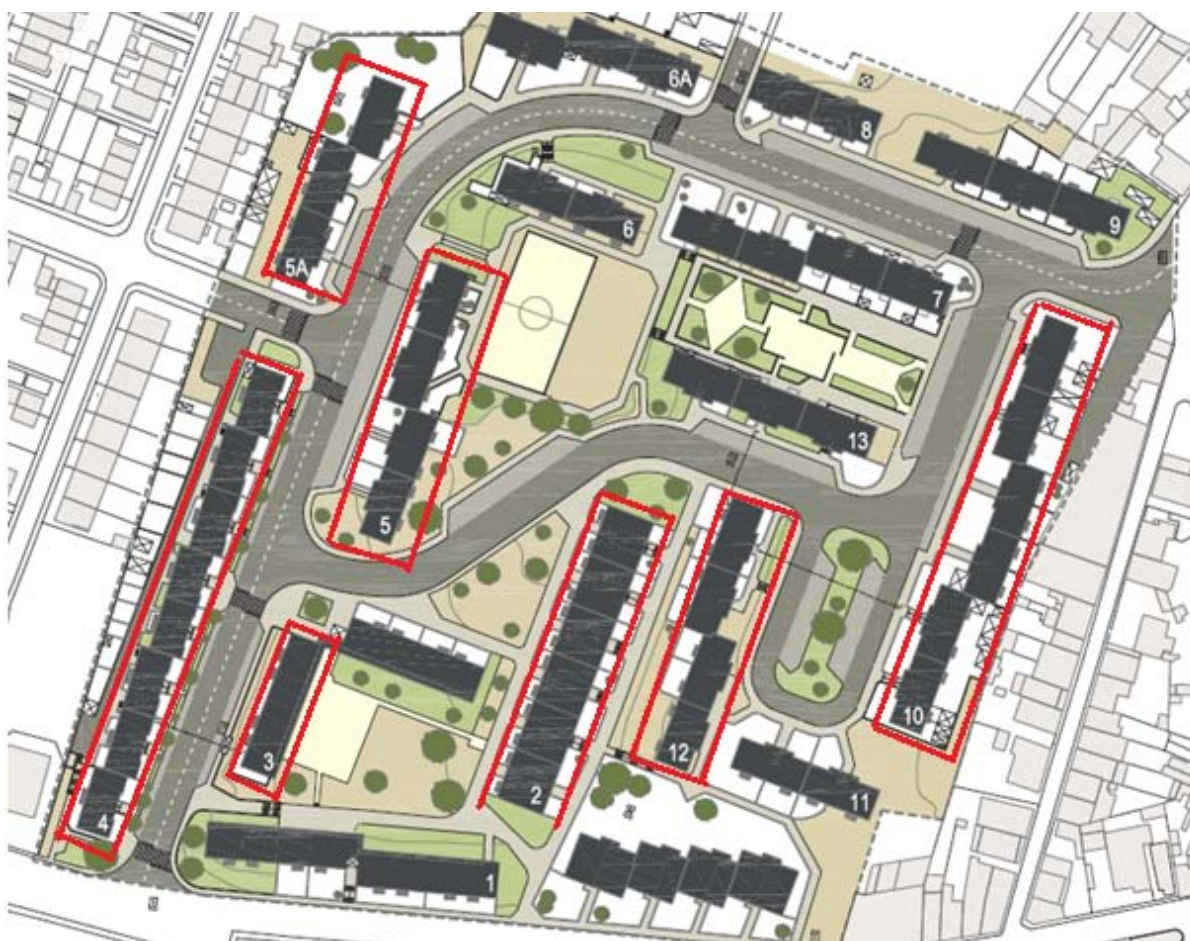


Figura 118 – Planta do bairro de Contumil. Destaque para os blocos 2, 3, 4, 5, 5A, 10 e 12, assinalados a vermelho, com os seus topos orientados praticamente a Norte, ideais para a aplicação dos jardins verticais (Retirado de Pedrosa, 2010).

Como visível pela figura 118, o bairro de Contumil compreende 502 fogos, onde habitam 1235 pessoas em 62 edifícios, repartidos por 17 blocos. Na sua maioria os edifícios possuem 4 pisos (r/c + 3), outros possuem 5 pisos (r/c +4), sendo todos destinados à habitação. Na sua projecção houve especial atenção com questões de economia tendo em conta o contexto social a que se destinava. Dai se optar pela repetição de elementos, pela simplicidade da planta e dos alçados, assim como do seu processo construtivo, como se pode comprovar pelas figuras 119 e 120 (Pedrosa, 2010).

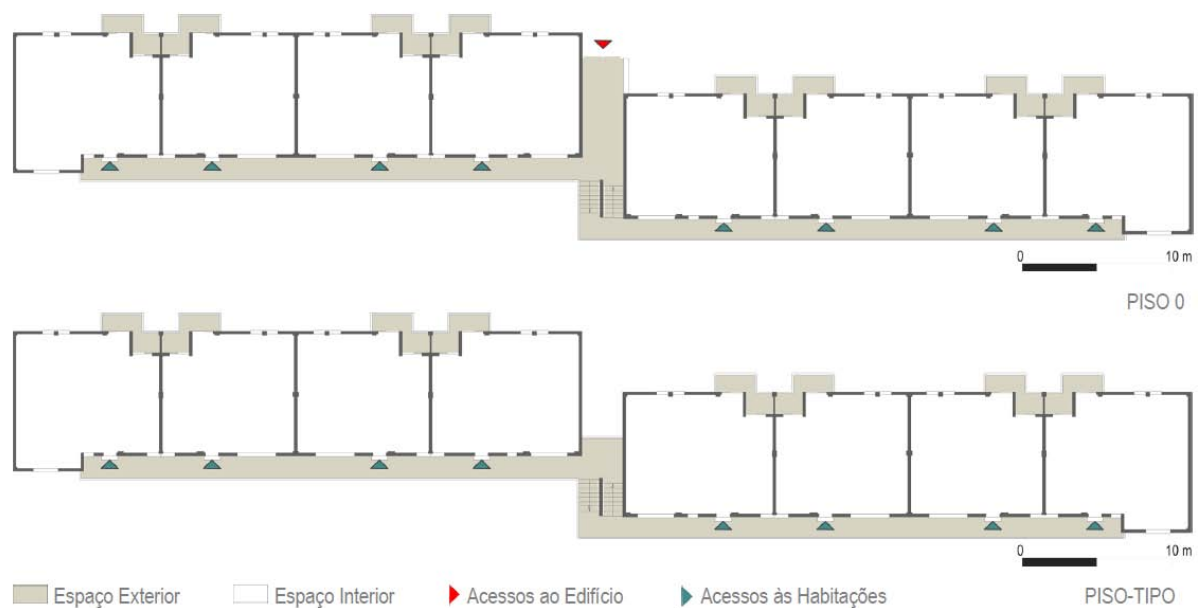


Figura 119 – Planta tipo de um dos blocos do bairro de Contumil, onde se verifica a simplicidade dos seus espaços habitacionais, assim como dos seus acessos (Retirado de: Pedrosa, 2010)

Como se pode verificar também pelo alçado tipo de um dos seus blocos, o bairro de Contumil usa elementos repetitivos principalmente a nível das varandas e dos vãos, como se verifica na figura 120:

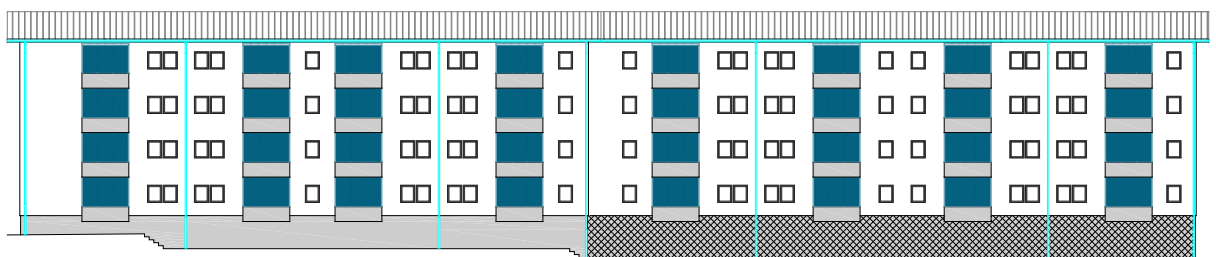


Figura 120 – Alçado tipo de um dos blocos do bairro de Contumil, característico pela simplicidade das suas formas (Fonte: IHRU).

Assim como as suas formas, o seu sistema construtivo, os materiais empregues também são característicos pela sua simplicidade e conseqüente contenção de custos. Os edifícios deste bairro assim como acontece no bairro de Santa Luzia, referido anteriormente e na maioria do edificado social da cidade, são estruturados por betão armado. As paredes são compostas por alvenaria de tijolo vazado. As fachadas e empenas são revestidas por ladrilhos cerâmicos, sendo as suas caixilharias em madeira com estores exteriores. As coberturas inclinadas são executadas com chapa ondulada de fibrocimento, como se pode verificar na figura 121 (Abrantes, 2011):



Figura 121 – Aspecto do revestimento do edificado do bairro de Contumil (retirado de: Pedrosa, 2010).

5.1.4. Interpretação do conceito usado por técnicos de reconhecido mérito

Como referido e segundo Garrido (2011), é nas fachadas voltadas a Norte que se poderá tirar maior vantagem dos jardins verticais, nomeadamente da protecção das indesejáveis intempéries vindas daí, do contributo para o aquecimento do edifício em períodos de Inverno, assim como o seu arrefecimento de Verão. Neste caso concreto a vegetação proposta para as fachadas Norte das torres do bairro de Santa Luzia, assim como dos topos dos blocos assinalados anteriormente do bairro de Contumil, também poderá funcionar como uma importante barreira acústica tendo em conta o movimento automóvel das ruas e espaços de convívio exterior, como se pode verificar nas figuras 122 e 123.



Figura 122 - A aplicação dos jardins verticais nas fachadas Norte das torres do bairro de Santa Luzia, poderá funcionar como uma importante barreira térmica e acústica para o edifício, assim como contribuir para o melhoramento da qualidade do ar exterior (fotografia pelo autor)



Figura 123 – tendo em conta a presença de espaços de convívio e lazer na proximidade do edificado do bairro de Contumil, nomeadamente o campo de jogos, os jardins verticais poderão assumir um papel importante, funcionando como barreiras acústicas (Retirado de: Pedrosa, 2010).

Como referido anteriormente, segundo Ferreira, (1999) e Abrantes (2011), tanto as torres de santa Luzia como os blocos habitacionais de Contumil possuem uma estrutura de betão armado muito simplificada. A mesma é de fácil percepção, no primeiro caso até é perceptível quando se observam os edifícios, tendo em conta o desgaste da pintura e da argamassa, como se pode comprovar pela figura 124. A sua simplificação revela-se favorável à fixação das estruturas metálicas de aço inox, que por sua vez garantem rigidez para a fixação das placas de PVC para o suporte da vegetação.



Figura 124 - A estrutura de betão das torres de Santa Luzia é extremamente simples, sendo perceptíveis os pilares e vigas quando observadas. Este facto torna-se importante na medida que simplifica a aplicação dos jardins verticais (fotografia pelo autor)

A estrutura de suporte da parede viva hidrópica a usar na fachada do edificado dos dois bairros em questão, tem como influencia a técnica e mestria usada na elaboração do museu Quai Branly em Paris já estudado no capítulo anterior. A figura 125 apresenta um pormenor construtivo que a expressa:

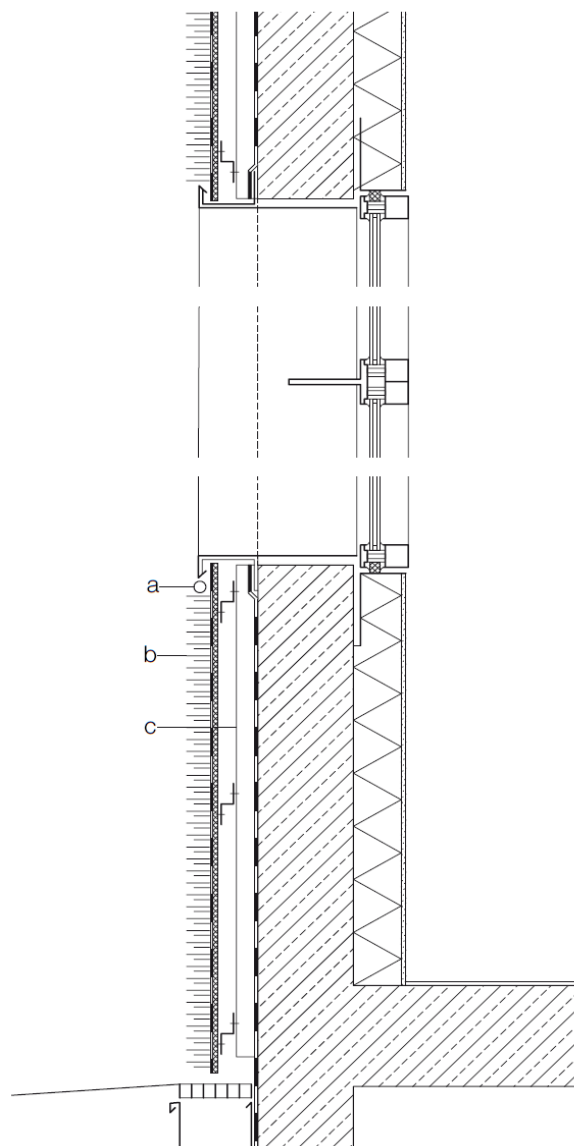


Figura 125 - Pormenor construtivo da parede viva hidrópica do museu Quai Branly, com destaque para a existência de uma caixa-de-ar isolada entre a parede estrutural e a estrutura verde. a) Tubo de rega perfurado em poliuretano; b) plantas suportadas pela dupla camada de feltro; c) estrutura de aço inoxidável e conseqüente caixa-de-ar (Retirado de: Kaltenbach, 2008)

Numa tentativa de interpretação deste modelo para os casos pretendidos, começa-se por garantir o isolamento térmico do edifício com placas de polietileno extordido. Posteriormente e a fim de garantir a robustez do sistema, a estrutura metálica em aço inox de suporte geral fixada nas vigas estruturais em betão armado dos edifícios. Esta garante uma caixa-de-ar de 10 cm a fim de permitir a circulação do ar, funcionando como uma fachada ventilada. Posteriormente sobre a estrutura em aço inox serão fixadas as placas de PVC, que por sua vez suportarão uma camada de feltro. Após a aplicação desta, fixada ao PVC com agrafos metálicos especiais, procede-se à realização do sistema de rega que ficará envolvido entre esta camada de feltro e a que se aplicará depois. Posteriormente procede-se á colocação da 2ª camada de feltro. Posto isto, estão reunidas as condições para criar pequenos rasgos no feltro e proceder à plantação (Blanc, 2012; Vialard, 2010).

A figura 126 mostra de forma esquemática um pormenor tipo, aplicável nestes casos, das torres do bairro de Santa Luzia e dos topos voltados a Norte do bairro de Contumil, assim como em qualquer outro bairro com o mesmo tipo de estrutura, inspirado no modelo adoptado por Patrick Blanc:

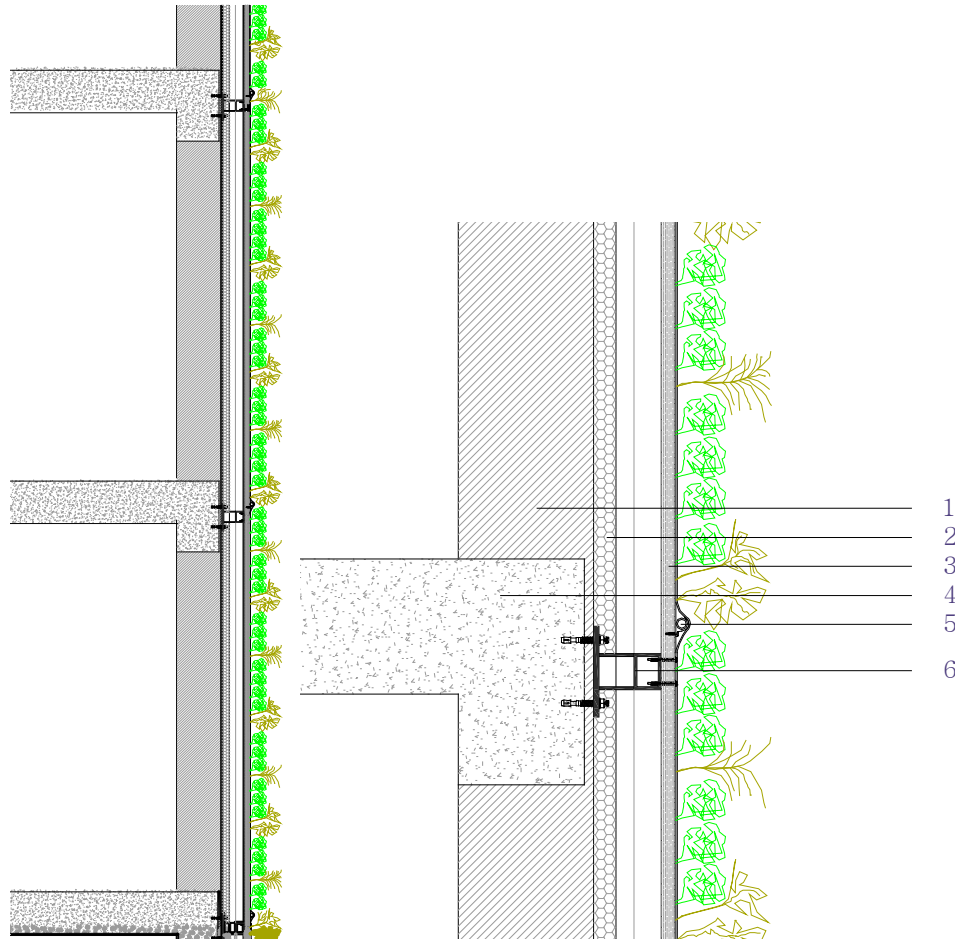


Figura 126 – corte tipo (pormenor) da aplicação de uma parede viva hidrópica no edifício social do Porto, inspirado no conceito da parede viva hidrópica do Museu Quai Branly em Paris de Patrick Blanc. Em que: 1 – parede existente; 2 – isolamento térmico a aplicar; 3 – placa de PVC; 4 – estrutura do edifício em betão armado; 5 – tubo do sistema de rega; 6 – estrutura da parede viva em aço inox (Desenho pelo autor)

No seguimento do corte tipo aplicável ao edifício social do Porto, veja-se também a planta tipo na figura 127:

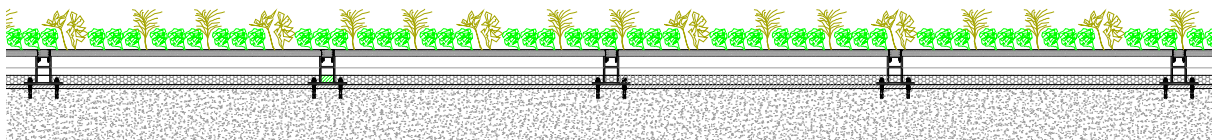


Figura 127 – Planta tipo (pormenor) da aplicação de uma parede viva na habitação social do Porto (Desenho pelo autor)

Através de uma fotomontagem é possível uma previsão da mudança que a aplicação dos jardins verticais proporciona nas torres do bairro de Santa Luzia, assim como no topo voltado a Norte do bloco n.º 10 do bairro de Contumil. A sua imagem cinzenta será transformada numa imagem “verde” e natural, como se pode ver nas figuras 128 e 129, em modo de comparação:



Figura 128 - Imagem “cinzenta” das torres do bairro de Santa Luzia (Fotografia pelo autor)



Figura 129 - Aspecto “verde” e natural das torres do bairro de Santa Luzia, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)



Figura 130 – À esquerda o aspecto actual de uma das torres do bairro de Santa Luzia, à direita o aspecto natural depois da possível introdução da parede viva (Fotomontagem pelo autor)

Poder-se-á ainda ter uma previsão da mudança que a aplicação dos jardins verticais proporciona no topo do bloco n.º 10 do bairro de Contumil, através das figuras 131 e 132:



Figura 131 – Aspecto “cinzento” do bloco n.º 10 do bairro de Contumil (Fotografia pelo autor)



Figura 132 – aspecto “verde” e natural do bloco n.º 10 do bairro de Contumil após a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)

5.1.4.1. Sistema de rega adoptado nas estruturas “verdes” propostas

Para a sobrevivência destas estruturas vegetais será necessário um sistema de rega eficaz, como verificado anteriormente no capítulo III. Nestes 2 casos, assim como para qualquer edifício onde se aplique uma “parede viva”, o sistema de rega será realizado por constante goteje por gravidade, a fim de manter o feltro constantemente humedecido. Os tubos verticais fornecem a água aos tubos expostos horizontalmente devidamente perfurados garantem a sobrevivência das plantas através das constantes descargas. Para que a água chegue a toda a parte da estrutura vegetal por igual, os tubos horizontais serão dispostos por vários níveis, um por piso, coincidentes com as vigas estruturais do edifício, ficando estes separados aproximadamente por 3 metros, como se poderá verificar na seguinte figura 133 correspondente às torres do bairro de Santa Luzia e da figura 134 correspondente ao bairro de Contumil (Vialard, 2010):



Figura 133 – Imagem de uma das torres do bairro de Santa Luzia, à esquerda sem e à direita com a possível aplicação da parede viva, onde se podem verificar os vários níveis do sistema de rega (a vermelho) por goteje (fotomontagem pelo autor)



Figura 134 – Alçado Norte do bloco habitacional n.º 10 do bairro de Contumil, onde se observa os vários níveis de rega a vermelho

5.1.5. Outros exemplos de aplicação de Jardins Verticais

Os resultados observados nestes dois exemplos através de fotomontagens são satisfatórios, uma vez que permitem mudar a imagem “cinzenta” e de degradação do edificado. Assim como nestes dois exemplos apresentados, bairro de Santa Luzia e de Contumil, os jardins verticais poderão produzir o mesmo efeito na generalidade dos bairros sociais da cidade. Como afirmado por Garrido (2011), é nas fachadas voltadas a Norte, preferencialmente fachadas secundárias uma vez que possuem poucos vãos que se poderá tirar melhores resultados a nível de vantagens para o edificado.

Fazendo uma ronda pelos 48 bairros da cidade, encontram-se inumeros exemplos com as características ideais para a aplicação destas estruturas, tirando ainda partido das suas vantagens tanto para o edificado como para a envolvente, conscientemente da sua degradação actual, como verificado anteriormente. Vejam-se os casos dos bairros do Carvalhido, do Outeiro, Agra do Amial, Carrçal, Fernão Magalhães, Regado, Bom Pastor e Mouteira. Todos possuem as características referidas, daí o seu uso como exemplo para a aplicação de jardins verticais.

5.1.5.1. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Carvalhido

O bairro do Carvalhido situa-se na zona periférica da cidade do Porto e foi construído em 1958, tornando-se um dos primeiros bairros resultantes do Plano de Melhoramentos de

1956, referido anteriormente. O mesmo já foi alvo de uma reabilitação profunda, sobretudo no que confere à sua fachada, no entanto, assim como a generalidade deste tipo de edificado social, apresenta problemas, nomeadamente relacionados com o seu isolamento térmico e qualidade do seu espaço verde envolvente (Ferreira J. A., 2012).

Visto que apresenta um número considerável de empenas do seu edificado voltadas a Norte, como se pode verificar pela figura 135, torna-se um exemplo de bairros propícios à aplicação de jardins verticais pelas razões de orientação e carências do edificado já referidas.



Figura 135 - Fotografia aérea do bairro do Carvalhido, na qual se verificam algumas empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: <https://maps.google.pt>)

Poder-se-á prever o resultado da aplicação dos jardins verticais nas empenas voltadas a Norte nas figuras 136 e 137, através de fotomontagem:



Figura 136 - empena do bairro do Carvalho voltada a Norte, propícia para a aplicação de jardins verticais (Fotografia pelo autor)



Figura 137 - Resultado “verde” e natural da aplicação de jardins verticais numa empena voltada a Norte do bairro do Carvalho, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)

5.1.5.2. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Outeiro

O bairro do Outeiro é outro exemplo de bairro social construído na periferia da cidade em 1960, período em que decorria o Plano de melhoramentos de 1956. Este já foi alvo de uma intervenção profunda, sobretudo a nível da sua fachada e na substituição das suas caixilharias. No entanto esta não resolveu nomeados problemas do edificado, sobretudo relacionados com questões térmicas e melhoramentos da qualidade do espaço verde envolvente (Ferreira J. A., 2012).

Como se pode verificar pela figura 138, trata-se de um bairro em que a maioria dos seus edifícios possuem frentes voltadas a Nascente e Poente, resultando em empenas voltadas a Sul e Norte, estas ultimas ideais para a aplicação dos jardins verticais, constituindo possíveis vantagens térmicas entre outras para o edificado.



Figura 138 - Fotografia aérea do bairro do Outeiro, na qual se verificam algumas empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: <https://maps.google.pt>)

Poder-se-á observar o resultado da aplicação dos jardins verticais nas empenas do bairro do Outeiro voltadas a Norte nas figuras 139 e 140, através de fotomontagem:



Figura 139 - empenas do bairro do Outeiro voltadas a Norte, propicias para a aplicação de jardins verticais (Fotografia pelo autor)



Figura 140 - Resultado “verde” e natural da aplicação de jardins verticais numa empena voltada a Norte do bairro do Outeiro através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)

5.1.5.3. Aplicação de Jardins Verticais no bairro da Agra do Amial

O bairro da Agra do Amial foi concluído em 1960, abrangido pelo Plano de Melhoramento de 1956. Sofreu reabilitação, no entanto de forma muito superficial a nível da sua fachada. O mesmo carece de um bom isolamento térmico, assim como qualidade do seu espaço verde exterior (Ferreira J. A., 2012).

Como se pode verificar pela planta da figura 141, a sua orientação compreende algumas empenas voltadas a Norte.

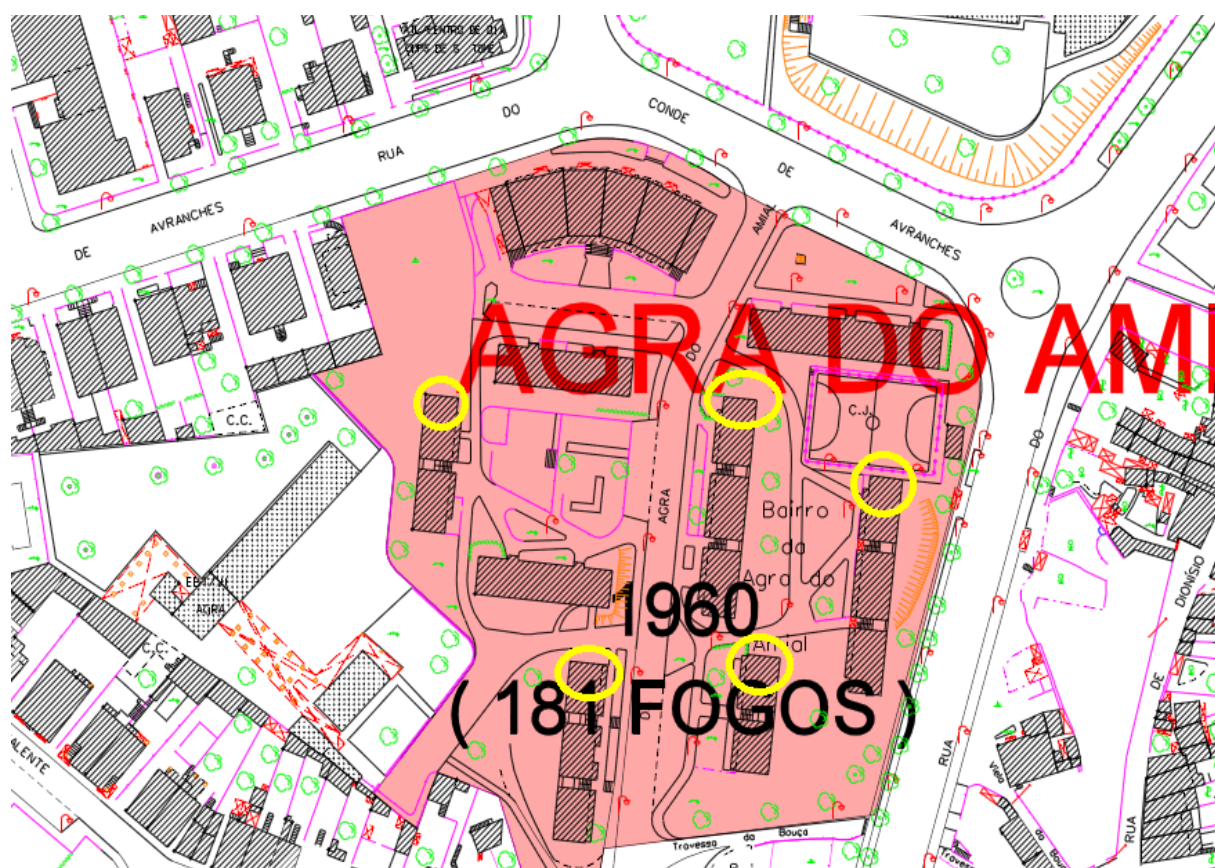


Figura 141 – Planta do bairro da Agra do Amial, o qual possui algumas das suas empenas voltadas a Norte (assinaladas a amarelo) propícias á aplicação de jardins verticais (Fonte: C.M.Porto)

Observe-se o resultado da aplicação de jardins verticais nas suas empenas voltadas a Norte, através da fotomontagem nas figuras 142 e 143:



Figura 142 – empena do bairro da Agra do Amial voltada a Norte, propicia para a aplicação de jardins verticais (Fotografia pelo autor)



Figura 143 – Resultado “verde” e natural da aplicação de jardins verticais numa empena voltada a Norte do bairro da Agra do Amial através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)

5.1.5.4. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Carriçal

O bairro do Carriçal foi concluído em 1961, abrangido pelo Plano de Melhoramentos de 1956. Sofreu reabilitação profunda, no entanto carece de um bom isolamento térmico, assim como qualidade do seu espaço verde exterior (Ferreira J. A., 2012).

Como se pode verificar pela figura 144, a sua orientação compreende algumas empenas voltadas a Norte.



Figura 144 – Fotografia aérea do bairro do Carriçal, na qual se verificam algumas empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: <https://maps.google.pt>)

As empenas assinaladas são ideais para a aplicação de jardins verticais. Observe-se o resultado através da realização de fotomontagem nas figuras 145 e 146:



Figura 145 – Empena do bairro do Carriçal voltada a Norte semi-cega, onde a aplicação de jardins verticais pode inverter a sua imagem de degradação e contribuir para o conforto térmico do edifício entre outros contributos para a envolvente (Fotografia pelo autor)



Figura 146 – resultado “verde” e natural da empena Norte do bairro do Carriçal com a aplicação de jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)



Figura 148 – empena voltada a Norte do Bairro de Fernão Magalhães (à esquerda), com a aplicação de jardins verticais (à direita), através de fotomontagem (Fotografia e fotomontagem pelo autor)

5.1.5.6. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Regado

O bairro do Regado localiza-se na periferia da cidade do Porto, assim como a generalidade da habitação social da mesma cidade, tendo sido a sua construção terminada em 1963. O período da sua construção coincidiu com o Plano de Melhoramentos de 1956, no entanto o mesmo apresenta-se fragilizado em questões de edificado, sobretudo no que confere a questões térmicas, assim como qualidade do seu espaço envolvente, mesmo depois da reabilitação já efectuada (Ferreira J. A., 2012).

Como se pode verificar pela figura 149, apresenta uma série de edifícios com os seus topos orientados a Norte, o que se traduz numa oportunidade para a aplicação de jardins verticais.



Figura 149 - Fotografia aérea do bairro do Regado, na qual se verifica uma série de topos voltados a Norte (assinalados a vermelho), ideais para a aplicação de jardins verticais (Retirado de: <https://maps.google.pt>)

Os topos dos edifícios do bairro do Regado voltados a Norte constituem uma oportunidade para a aplicação de jardins verticais. Observe-se o resultado da aplicação dos jardins verticais nos topos dos edifícios do bairro do Regado, voltados a Norte nas figuras 150 e 151, através de fotomontagem:



Figura 150 – Topo de um edifício do bairro do Regado voltado a Norte, onde a aplicação de jardins verticais pode inverter a sua imagem de degradação e contribuir para o conforto térmico do edifício entre outros contributos para a envolvente (Fotografia pelo autor)



Figura 151 - aspecto melhorado e natural dos topos Norte do bairro do Regado, com a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)

5.1.5.7. Aplicação de Jardins Verticais no bairro do Bom Pastor

O bairro do Bom Pastor foi concluído em 1975, coincidindo com o final do Plano de Melhoramentos que iniciou em 1956. Não sofreu qualquer reabilitação até à actualidade, no entanto consta do grupo de bairros integralmente a reabilitar, tendo em conta as suas carências relacionadas com a degradação das suas fachadas, do seu espaço envolvente e os problemas relacionados com o isolamento térmico (Ferreira J. A., 2012).

Como se pode verificar na planta da figura 152, a sua orientação compreende algumas empenas voltadas a Norte.

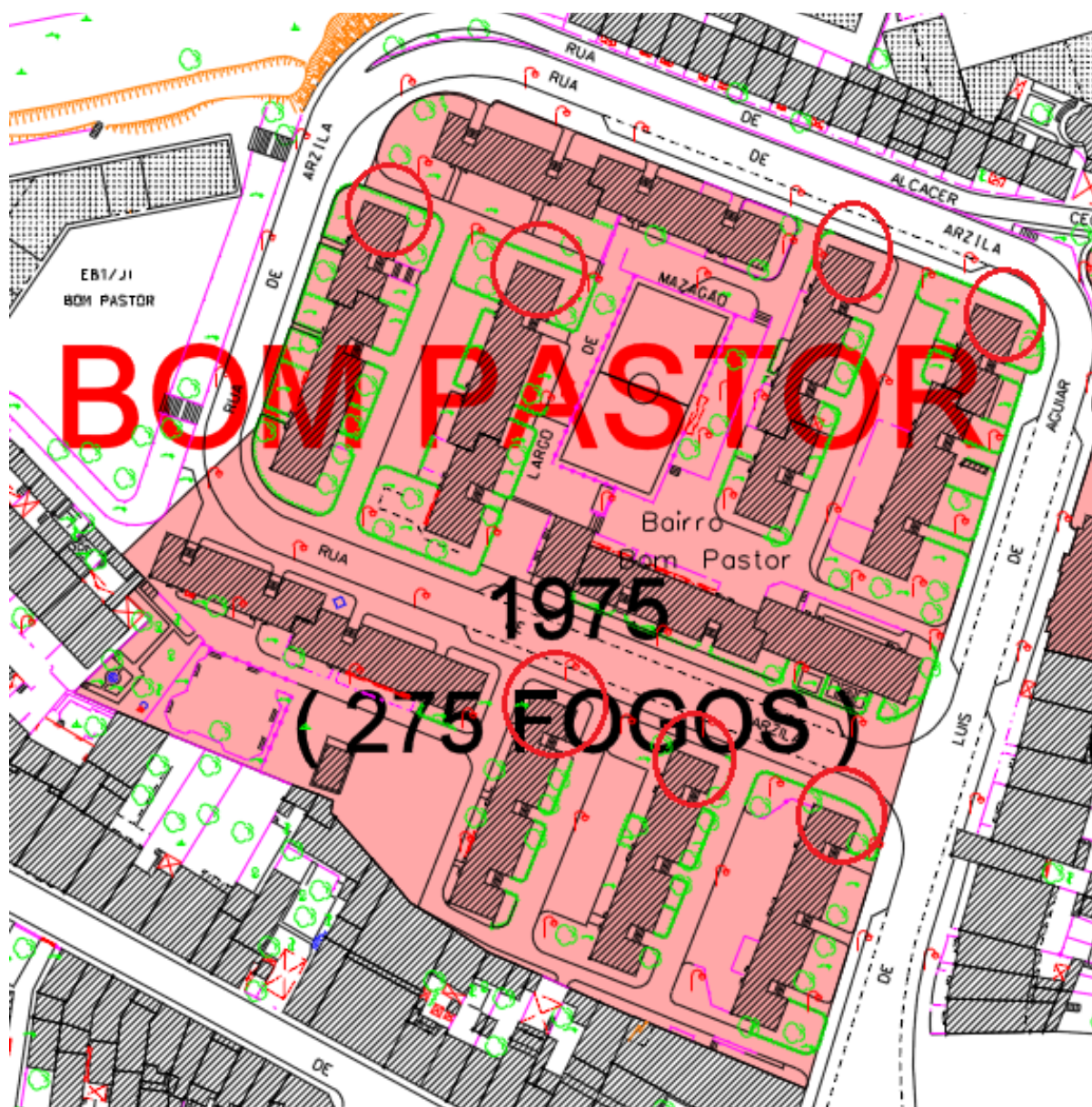


Figura 152 – Planta do bairro Bom Pastor, onde se verificam parte das empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), propícias para a aplicação de jardins verticais (Fonte: C.M.Porto)

Poder-se-á observar o resultado da aplicação de jardins verticais nas suas empenas voltadas a Norte, através da fotomontagem nas figuras 153 e 154:



Figura 153 – Aspecto de degradação dos topos voltados a Norte do bairro do Bom Pastor (Fotografia pelo autor)



Figura 154 – aspecto melhorado e natural dos topos Norte do bairro do Bom Pastor, com a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)

5.1.5.8. Aplicação de Jardins Verticais no bairro da Mouteira

O Bairro da Mouteira foi construído em duas fases, a primeira concluída em 1988 e a segunda em 1990. Trata-se de um bairro relativamente recente, com cerca de 20 anos de existência, no entanto carece de intervenção, tendo em conta a degradação das suas fachadas, problemas relacionados com o isolamento térmico e mau estado do seu espaço verde envolvente entre outros (Ferreira J. A., 2012).

Como se pode verificar pela planta da figura 155, apresenta uma série de empenas voltadas a Norte, o que se traduz numa oportunidade para a aplicação de jardins verticais, tendo em conta as razões referidas anteriormente.

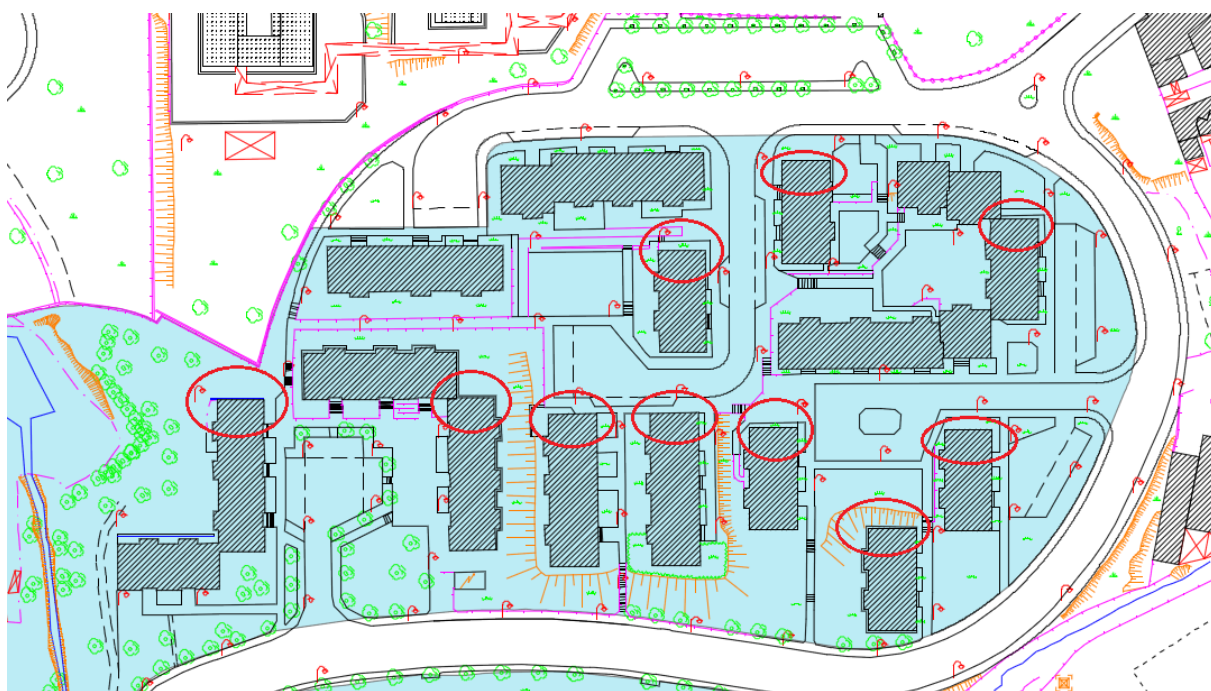


Figura 155 - Planta do bairro Bom Pastor, onde se verificam parte das empenas voltadas a Norte (assinaladas a vermelho), propícias para a aplicação de jardins verticais (Fonte: C.M.Porto)

Poder-se-á observar o resultado da possível aplicação de jardins verticais nas suas empenas voltadas a Norte, através de fotomontagem nas figuras 156 e 157:



Figura 156 - Aspecto “cinzento” das empenas do bairro da Moura voltadas a Norte (Fotografia pelo autor)



Figura 157 - aspecto “verde” e natural das empenas voltadas a Norte do bairro da Moura, com a aplicação dos jardins verticais, através de fotomontagem (Fotomontagem pelo autor)

Como verificado, os últimos 8 exemplos apresentados poderão melhorar a sua qualidade a nível de edificado e espaço envolvente, através da aplicação de jardins verticais.

Estes seguindo os princípios dos pormenores tipo, inspirados no pormenor técnico de Patrick Blanc usado no museu Quai Branly e na orientação sugerida por Garrido (2011), assim como sucedeu no caso dos bairros de Santa Luzia e Contumil apresentados anteriormente.

Capítulo VI

3. Conclusão

A abordagem ao tema dos jardins verticais torna-se fundamental na medida em que explica o conceito dos vários tipos de jardim vertical, assim como esclarece questões relacionadas com a sua rega, manutenção e selecção de plantas, apontando para as suas vantagens ou desvantagens. Desta forma contribui para atenuar a actual falta de informação sobre estes.

De forma conclusiva, ao longo do tempo, substancialmente depois da revolução Industrial do século XVIII, a sociedade deparou-se com enormes transformações sociais e económicas, nomeadamente com a sua mudança do campo para a cidade. Desta forma deu-se origem à criação dos grandes núcleos urbanos, característicos ainda hoje pelos seus problemas de sustentabilidade, em muito potenciados pela escassez e mau estado do espaço verde urbano. Esta nova realidade na forma de viver e ocupação do espaço, potenciou o afastamento do Homem com a Natureza, constituindo-se numa causa para a degradação, social, ambiental e económica das cidades.

Como forma de potenciar a aproximação do ser humano com o ambiente natural, local propício e gerador de qualidade de vida, os jardins verticais assumem-se como uma forte alternativa à escassez referida.

Os jardins verticais já são usados desde a antiguidade, visto que os primeiros relatos das suas aplicações remontam ao ano 600 a.C., no Antigo Oriente, em situações que plantas à base de trepadeiras cresciam sobre as paredes, no entanto há cerca de 30 anos surgiu um novo conceito denominado originalmente de “Mur Végétal” por Patrick Blanc, que rapidamente se assumiu como reinventor do conceito. Desde então, inúmeras empresas têm usado o seu conceito por vezes de forma diferente mas semelhante, assim como outras se dedicam ao desenvolvimento de novos métodos de suporte de plantas à base de trepadeiras, conceito denominado de “Fachada Verde”, dentro do seio dos jardins verticais.

A presente dissertação apontou e reuniu uma série de vantagens para o edifício, assim como para a envolvente do mesmo, comprovadas pelos 3 casos de referência apresentados. As Natura Towers em Lisboa que apresentam simultaneamente “Paredes Vivas” e “Fachadas Verdes”, a Green Box, uma vivenda em Barcelona conhecida pelas suas características de

auto-sustentabilidade, para as quais a sua “Parede Viva” contribui e o museu Quai Branly em Paris, com a sua mediática “Parede Viva” realizada por Patrick Blanc. Em todos os casos as estruturas verdes adoptadas contribuem para melhorias no conforto térmico e acústico dos ocupantes do edifício e conseqüente poupança energética, entre outras, assim como melhorias para a qualidade do ar exterior, diminuição do efeito “ilha de calor” ou mesmo aumento da biodiversidade. Mais que isso, como referido, os jardins verticais assumem-se aumentando a área “verde” das cidades que há muito se tem vindo a degradar através da expansão urbana desordenada, como referido.

A questão mediática dos jardins verticais também deve ser discutida. Actualmente inúmeros edifícios tornam-se referências arquitectónicas através do uso deste conceito. Exemplo disso é o museu Quai Branly em Paris apresentado anteriormente no capítulo IV, que se afirmou mediaticamente e ganhou conhecimento internacional através da sua “Parede Viva” realizada por Blanc, tornando-se num “cartão-de-visita” da cidade.

No entanto as vantagens apresentadas deverão ser confrontadas com a questão económica aquela que para determinados autores onde se destaca o próprio Luis de Garrido, se traduz numa desvantagem a ter em conta. Este conceito de jardins, nomeadamente as Paredes Vivas pode ter custos elevados, na sua elaboração.

Numa tentativa de resposta e de desvendar esta incógnita, consideram-se os mesmos uma solução viável. De facto é um investimento a ter em consideração, mas ao longo dos anos acaba por ser compensado pelas poupanças em termos energéticos e bem-estar. No que respeita à contenção de gastos com a manutenção, dever-se-á seleccionar plantas que melhor se adaptem ao sistema ou às condições do clima local, constituindo-se desta forma um micro sistema independente, que segundo Blanc dispensará manutenções frequentes.

Justificando-se a questão dos custos pelo seu retorno a curto prazo, há que ter ainda em consideração todas as outras vantagens, nomeadamente no que confere à saúde humana, ao aumento da biodiversidade, ao conforto térmico, ou mesmo na melhoria estética do edifício, conseguindo-se uma imagem natural do mesmo. Melhor que tudo, porque não propor ao Homem um habitat mais natural, sem que para isso tenha que fazer o percurso inverso ao que fez ao longo da História? Nisto o arquitecto poderá ter um papel fundamental, propondo e incentivando estruturas verdes nas fachadas dos edifícios que projecta e recupera.

Encontrando-se parte dos bairros sociais da cidade do Porto degradados e carentes em termos de reabilitação do seu edificado e espaço verde envolvente, considera-se a utilização

deste conceito, sendo que para além das vantagens mencionadas, será uma oportunidade de inovação e de expansão do meio Natural no “coração” da cidade.

O recurso à fotomontagem apresentado no último capítulo permitiu ilustrar a aplicação de estruturas verdes em determinados bairros sociais, com determinadas características. Procedeu-se ao desenvolvimento de um pormenor tipo, inspirado na técnica e mestria do jardim vertical usado por Patrick Blanc, que é perfeitamente compatível com a estrutura e processo construtivo do edificado social da cidade. Desta forma consideram-se os jardins verticais compatíveis com os 10 exemplos de bairros apresentados, assim como qualquer outro, desde que o seu processo construtivo seja idêntico como acontece.

Através dos 10 exemplos práticos apresentados é possível uma previsão visual da aplicação dos jardins verticais no edificado social. A imagem “cinzenta” e de degradação dos mesmos, é substituída pelo “verde” e natural da vegetação, dando uma sensação de conforto e saúde, exclusivo da Natureza.

Bibliografia

- Abbud, J. F. (Outubro de 2011). Cidade Jardim e Suas Ressonâncias na Habitação Social.
- Abiko, A. K., Almeida, M. A., & Barreiros, M. A. (1995). Urbanismo: História e Desenvolvimento. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Abrantes, V. (18 de Fevereiro de 2011). IHRU - Grandes Reabilitações. *Bairro de Contumil, Porto - Relatório* .
- Almeida, E. d. (Março de 2010). Uma releitura das Cartas de Atenas.
- Andrade, I. E.-J. (2010). A idealização do espaço verde urbano moderno.
- Andrade, L. M., & Romero, M. A. (Julho de 2004). Desenho de Assentamentos Urbanos Sustentáveis: Proposta Metodológica.
- Aragão, A. (2011). Coberturas Verdes. *Um passo para a sustentabilidade* .
- Arruda, P. E. (Março de 2011). Natura Towers - Ecologia, Energia e Eficiência num complexo de escritórios. *INGENIUM* .
- Arruda, P. E. (Janeiro de 2011). Natura Towers. *Ecologia, Energia e Eficiência num complexo de escritórios* .
- Bahls, A. v. (1998). O Verde na Metrópole: A Evolução das Praças e Jardins em Curitiba.
- Baião, L. (Setembro de 2010). Natura Towers - Um projecto sustentado. *OBRAS & PROJECTOS* .
- Barahona, M. (16 de Setembro de 2009). Arquitectura. *El jardín vertical* .
- Barbosa, M. I. (2011). Verde que te quero Verde.
- Bergamo, A. P. (2003). O Urbanismo.
- Blanc, P. (2011). *Le Mur Végétal - De la nature á la ville*. Neuilly-sur-Seine: Michel-Lafon.
- Blanc, P. (s.d.). The Vertical Garden. *A Scientific and Artistic approach* .
- Blanc, P. (2008). *The Vertical Garden*. Norton & CO.
- Blanc, P. (2012). www.verticalgardenpatrickblanc.com. Obtido em 19 de Junho de 2012, de <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/#/en/projects/geographical/13>.

Botelho, J., Catarino, J., Carreira, M., & Calado, R. (2004). *A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa*. Lisboa: Direcção Geral da Saúde.

Brown, N. M. (2008). *Building With Turf*.

Buss, R. (9 de Novembro de 2007). *www.eoearth.org*. Obtido em 22 de Maio de 2012, de [http://www.eoearth.org/article/United_Nations_Conference_on_the_Human_Environment_\(UNCHE\),_Stockholm,_Sweden](http://www.eoearth.org/article/United_Nations_Conference_on_the_Human_Environment_(UNCHE),_Stockholm,_Sweden).

Candia, M. d. (20 de Abril de 2009). *www.archiportale.com*. Obtido em 16 de Junho de 2012, de http://www.archiportale.com/news/2009/04/eventi/a-barcellona-la-casa-giardino-di-luis-de-garrido_14840_32.html.

Cardoso, V. (2009). Bairros de casas económicas e grupos de moradias populares: o encontro de duas morfologias de padrão geométrico.

Carl Stahl . (2008). *Fassadenbegrünung Green Wall Systems*.

casa.sapo.pt. (14 de Julho de 2011). Obtido em 14 de Junho de 2012, de <http://casa.sapo.pt/Noticias/?ID=16803>.

Cassini, S. T. (2005). *Ecologia – conceitos fundamentais*.

Coltri, P. P., Velasco, G. D., Polizel, J. L., Demetrio, V. A., & Ferreira, N. J. (26 de Abril de 2007). Ilhas de Calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba, SP.

Comissão das Comunidades Europeias. (2001). *A GREEN VITRUVIUS. Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável*.

Corrêa, L. R. (Janeiro de 2009). Monografia. *Sustentabilidade na Construção Civil*.

Costa, C. S. (12 de Julho de 2011). <http://www.vitruvius.com.br>. Obtido de <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3941>.

Cristino, P. (13 de Abril de 2011). *www.construir.pt*. Obtido em 14 de Junho de 2012, de <http://www.construir.pt/2011/04/13/natura-towers-vencem-greenbuilding-award-2011/>.

D'Addezio, F. (s.d.). *www.ciclovivo.com.br*. Obtido de http://www.ciclovivo.com.br/noticia.php/3302/8_maneyras_de_fazer_um_jardim_vertical/.

Davi, L. M. (2009). *Alison e Peter Smithson: Uma Arquitectura da Realidade*.

- Dinis, A. R. (Dezembro de 2010). MSF Natura Towers - Um complexo vivo que respira inovação. *IP - instalação profissional* .
- Dugit, F. (2004). Il crée le mur végétalisé, le plus grand du monde. *Le Parisien* .
- Ecotelhado. (s.d.). Sistema Ecoparede; Jardim de Parede Canguru.
- Farinha, J., & Poeira, L. (2004). Aalborg + 10 Inspirando o Futuro.
- Ferreira, A. D. (2005). Efeitos Positivos Gerados Pelos Parques Urbanos:.. *o caso do Passeio Público da cidade do Rio de Janeiro* .
- Ferreira, J. A. (1999). *Habitação Social no Porto*. Porto: Câmara Municipal do Porto.
- Ferreira, J. A. (5 de Setembro de 2012). Políticas de Requalificação da "Domus Social" nos bairros sociais do Porto. (R. B. Sousa, Entrevistador)
- Figueiredo, P. (s.d.). Da Ilha ao Plano de Melhoramentos, depois até ao SAAL, ao CRUARB e agora a SRU.
- Fittipaldi, M. (Fevereiro de 2008). Habitação Social e Arquitectura Sustentável em Ilhéus/BA.
- Florentino, C. (2011). Jardins Verticais, Uma Alternativa Ecológica. *Arte & Construção* , 30-37.
- Fundação Victor Civita. (2003). Meio Ambiente conhecer para preservar: As primeiras cidades, o primeiro lixo. *Revista Escola* .
- Furlani, P. R. (14 de Fevereiro de 2008). Principais Sistemas Hidropônicos em operação no Brasil .
- Furlani, P. R., Silveira, L. C., Bolonhezi, D., & Faquin, V. (s.d.). Cultivo Hidropônico de Plantas parte 1 - conjunto Hidráulico.
- Fytowall. (2010). Fytowall, your perfect Vertical Garden .
- Garrido, L. d. (2011). *Sustainable Architecture*. Barcelona: Monsa Ediciones.
- Garrido, L. d. (2009). *www.archilovers.com*. Obtido em 16 de Junho de 2012, de <http://www.archilovers.com/p43933/Green-Box#rendering>.

- Gerhardt, C., & Vale, B. (2010). Comparison of Resource Use and Environmental Performance of Green Walls With Façade Greenings and Extensive Greens Roofs. *School of Architecture, Victoria University of Wellington, New Zealand* .
- Gilsanz, J. C. (Setembro de 2007). Hidroponia. *INstituto Nacional de Investigación Agropecuaria*.
- Goedegebuure, M. (2008). the walls have lungs . *Green Wall - Case Study* .
- Gonçalves, A. C. (1988). Os bairros urbanos como locais de práticas sociais.
- GreenRoofs. (Setembro de 2008). Introduction to Green Walls.
- Greenscreen. (2012). The Elements Are Simple.
- Greenscreen. (2011). *www.greenscreen.com*.
- GreenWallCeramic. (2010). *GreenWallCeramic*. Obtido de <http://www.greenwallceramic.com.br/#produto>.
- Groult, J.-M. (2008). *Créer UN MUR VÉGÉTAL*. Paris: ULMER.
- Guedes, F. (Julho de 2008). Porto Sempre nº 19.
- Guillauc, I. (2010). “Outros lugares, começam aqui...”. *O “muro vegetal” do Museu do Cais Branly em Paris*(.
- Heneine, M. C. (2008). “Cobertura Verde”.
- Hohenadel, K. (3 de Maio de 2007). *www.nytimes.com*. Obtido em 03 de Junho de 2012, de http://www.nytimes.com/2007/05/03/garden/03blanc.html?_r=1.
- Hopkins, G., Goodwin, C., Milutinovic, M., & Andrew, M. (Junho de 2010). Feasibility Study. *Living wall system for multi-storey buildings in the Adelaide climate* .
- Instituto Nacional de Estatística, I. (2011). Anuário Estatístico de Portugal 2010.
- Irwin, G. (26 de Setembro de 2010). *www.greenroofs.com*. Obtido de http://www.greenroofs.com/archives/green_walls.htm.
- Jornal Oficial da União Europeia. (2003). *Conclusões da Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável* .

- Kaltenbach, F. (Dezembro de 2008). DETAIL. *Lebende Wände, vertikale Gärten – vom Blumentopf zur grünen Systemfassade* .
- Kanashiro, M. (10 de Agosto de 2005). Da antiga à nova Carta de Atenas – em busca de um paradigma espacial de sustentabilidade.
- Kazmierczak, A., & Carter, J. (Junho de 2010). Adaptation to climate change using.
- Laylin, T. (18 de 11 de 2009). *www.inhabitat.com*. Obtido em 16 de Junho de 2012, de <http://inhabitat.com/crazy-prefab-green-box-has-a-double-vertical-garden-shooting-up-through-its-center/>.
- Lee, E. (29 de Janeiro de 2011). *www.inhabitat.com*. Obtido em 20 de Junho de 2012, de <http://inhabitat.com/vertical-gardens-by-patrick-blanc/>.
- Lengrand, C. (6 de Maio de 2008). LES MURS VEGETAUX.
- Lynch, K. (2007). *A Boa Forma da Cidade*. Lisboa: Edições 70.
- Madureira, H. (2005). Apontamentos sobre uma estreita relação entre Geografia, Desenvolvimento Sustentável e Forma Urbana. *Paisagem Urbana e Desenvolvimento Sustentável*.
- Marcelino, M., & Vilão, R. (Janeiro de 2008). Relatórios do Estado do Ambiente e do Ordenamento do Território em Portugal 20 anos.
- Martins, I. (2008). Rede Social do Porto - Relatório de Pré-diagnóstico.
- Matos, F. L. (1994). Os bairros sociais no espaço urbano do Porto: 1901-1956.
- Mir, M. A. (Setembro de 2011). Green Façades and Building Structures.
- monrovia. (2012). *www.monrovia.com*. Obtido de <http://www.monrovia.com/plant-catalog/>.
- Mourão, J. F., & Pedro, J. B. (2005). Architectura e Sustentabilidade Ecológica. "*Habitação para o futuro*" .
- MSF. (s.d.). Natura Towers, tem vida própria.
- MSF. (Outubro de 2010). O Grupo em Notícia. *Natura Towers Apresentadas na Expo Xangai 2010*.

MSF. (Abril de 2011). O Grupo em Notícia. *Natura Towers Recebem Prémio Parceiro Greenbuilding*.

MSF. (Outubro de 2011). O Grupo em Notícia. // *Natura Towers Vencem Prémio de Sustentabilidade*.

Nascimento, E. A. (Janeiro de 2009). Impactos Ambientais Gerados na Construção de Edifícios: Contraste entre a Norma e a Prática.

Natálio, A. (13 de Novembro de 2011). *opinio.porto24.pt*. Obtido em 27 de Agosto de 2012, de <http://opinio.porto24.pt/2011/11/13/o-que-podemos-aprender-com-as-cooperativas-de-habitacao/>.

Natura Towers. (s.d.). NATURA TOWERS - Tem Vida Própria.

Natura Towers. (14 de Maio de 2011). *www.facebook.com*. Obtido em 14 de Junho de 2012, de <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=132135573531477&set=a.132133966864971.32245.123558571055844&type=3&theater>.

naturatowers.msf-turim.pt. (s.d.). Obtido em 14 de Junho de 2012, de <http://naturatowers.msf-turim.pt/>.

Neto, L. (1 de Abril de 2011). *www.jornaldaconstrucao.pt*. Obtido em 14 de Junho de 2012, de <http://www.jornaldaconstrucao.pt/index.php?id=7&n=1821>.

Netto, J. L. (Janeiro de 2009). A Mesopotâmia e os seus Povos.

Nunes, C. (2007). *convergencias.esart.ipcb.pt*. Obtido em 30 de Julho de 2012, de <http://convergencias.esart.ipcb.pt/artigo/82>.

Ottelé, M. (Junho de 2011). The Green Building Envelope - Vertical Greening.

Palagret. (2007). *wikipedia.org*. Obtido em 30 de Julho de 2012, de http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Champs-Elyses,_vue_de_la_Concorde_%C3%A0_1%27Etoile.jpg.

Pedrosa, C. F. (Setembro de 2010). Da cidade ao indivíduo: o papel de requalificação urbana de conjuntos de habitação de interesse social.

Pereira, E. M. (1999). Desenho Urbanístico Modernista e Visão Teleológica de História.

- Pereira, V. B. (2003). Uma imensa espera de concretizações... Ilhas, bairros e classes laboriosas brevemente perspectivados a partir da cidade do Porto.
- Perini, K., Ottelé, M., Haas, E. M., & Raiteri, R. (2011). Greening the building envelope, façade greening and living wall systems. *Open Journal of Ecology* .
- Pestana, M., & Correia, P. (s.d.). Cultura em Sistemas Hidrónicos.. *Universidade do Algarve*.
- Pilloton, E. (1 de Junho de 2008). *inhabitat.com*. Obtido de <http://inhabitat.com/foilage-covered-building-in-seoul-by-mass-studies-architects/>.
- Pimenta, M. (2001). *Estudo Socioeconómico da habitação Social*. Porto: Câmara Municipal do Porto.
- Pinho, F. (s.d.). Arquitectura & Decoração. *Falando de Paisagismo* .
- Pinho, R., & Lopes, L. (s.d.). A Importância dos Espaços Verdes Urbanos no Ensino da Educação Ambiental.
- Portela, A., Pelegrini, E., Schefer, F., & Soter, H. H. (2011). O planeamento urbano.
- Quai Branly. (Abril de 2006). Un musée composite. *une architecture conçue autour des collections* .
- Quaresma, C. S. (2009). CENTROS XXI DE BAIRRO. *Uma Nova Abordagem Territorial da Agenda 21 Local* .
- Reuthal, S. (26 de Outubro de 2009). *www.stylepark.com*. Obtido em 20 de Junho de 2012, de <http://www.stylepark.com/en/architecture/anatomy-of-a-green-facade/299143>.
- Revkin, A. C. (8 de Janeiro de 2011). *dotearth.blogs.nytimes.com*. Obtido em 6 de Junho de 2012, de <http://dotearth.blogs.nytimes.com/2011/01/08/7-billion-and-counting/>.
- Rio + 20. (Junho de 2012). *www.rio20.gov.br*. Obtido em 12 de Julho de 2012, de http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.
- Robalo, J., Diegues, P., Batalha, L., & Selada, C. (Maio de 2010). Plano de contingência para ondas de calor 2010. *Ministério da Saúde* .
- Saboya, R. (13 de Outubro de 2008). *www.urbanidades.arq.br*. Obtido em 14 de Agosto de 2012, de <http://urbanidades.arq.br/2008/10/ebenezer-howard-e-a-cidade-jardim/>.

- Sacramento, A., Silva, H., Neves, P., Câmara, M., & Espinheira, R. (Janeiro de 2012). Porto Sempre nº 31.
- Santos, F. D. (5 de Dezembro de 2005). Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. *Impactos das Alterações Climáticas em Portugal* .
- Sarnitz, A. (2009). *LOOS*. TASCHEN.
- Silva, L. M. (2007). Espaços Verdes Urbanos: Ornamento Ambiental e Implementação.
- Somine, J. (2008). Precedent design study. *Musee du Quai Branly* .
- Teixeira, M. C. (1994). A habitação popular no século XIX— características morfológicas, a transmissão de modelos: as ilhas do Porto e os cortiços do Rio de Janeiro.
- Umakoshi, E. M., & Gonçalves, J. C. (Dezembro de 2009). a utopia do edifício alto “verde” e a criação de uma nova geração de ícones do desempenho ambiental.
- Uniluz, N. (15 de Julho de 2010). *partilhauniluz.wordpress.com*. Obtido em 3 de Junho de 2012, de <http://partilhauniluz.wordpress.com/2010/07/15/conferencia-internacional-na-franca-tem-participacao-de-representantes-de-nossa-regiao/>.
- Velazquez, L. (26 de Setembro de 2011). *www.greenroofs.com*. Obtido em 20 de Junho de 2012, de <http://www.greenroofs.com/blog/2011/09/26/gpw-musee-du-quai-branly/>.
- Vialard, N. (2010). *JARDINONS À LA VERTICALE*. Paris: Rustica.
- Village, C. (2011). INSPIRATION CASE 11: *URBAN GREEN WALLS* .
- Wallgreen. (s.d.). A mais nova solução para o seu jardim; Bonito e prático em qualquer ambiente.
- Wassall, L. (19 de Agosto de 2009). *projetizando.blogspot.pt*. Obtido em 6 de Junho de 2012, de <http://projetizando.blogspot.pt/2009/08/as-cidades-jardim-de-hoje.html>.
- www.biotechure.uk.com*. (2012). Obtido em 2 de Junho de 2012, de <http://www.biotechure.uk.com/hydroponics.html>.
- www.ecotelhado.com.br*. (s.d.). Obtido de <http://www.ecotelhado.com.br/Por/ecoparede/BriseVegetal/default.aspx>.

www.google.com. (s.d.). Obtido em 2 de Junho de 2012, de http://www.google.com/imgres?hl=pt-PT&biw=1366&bih=705&tbn=isch&tbnid=VEoj6IplAjn-_M:&imgrefurl=http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/tvmultimedia/imagens/5ciencias/&docid=zr0QEmunexTPHM&imgurl=http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arqui.

www.maps.google.pt. (2012). Obtido em 19 de Junho de 2012, de <https://maps.google.pt/>.

www.mixstones.com.br. (10 de Maio de 2012). Obtido de <http://www.mixstones.com.br/conteudo/conteudo.asp?id=10>.

www.planetazul.pt. (s.d.). Obtido de <http://www.planetazul.pt/edicoes1/planetazul/desenvArtigo.aspx?c=2275&a=18327&r=37>.

www.planetazul.pt. (31 de Maio de 2010). Obtido de <http://www.planetazul.pt/edicoes1/planetazul/desenvArtigo.aspx?c=2275&a=18327&r=37>.

www.plataformaarquitectura.com. (s.d.). Obtido de <http://www.plataformaarquitectura.com/2009/01/21/edificio-consorcio-sede-santiago-enrique-browne-borja-huidobro/>.

www.portalsaofrancisco.com.br. (s.d.). Obtido em 6 de Junho de 2012, de <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/civilizacao-babilonica/jardins-suspensos-da-babilonia.php>.

www.profimedia.si. (s.d.). Obtido em 6 de Junho de 2012, de <http://www.profimedia.si/picture/aerial-of-l-anse-aux-meadows-a-historic/0052337238/>.

www.proyctoyobra.com. (s.d.). Obtido de <http://www.proyctoyobra.com/fachverdes.asp>.

www.s3i.co.uk. (s.d.). Obtido em 10 de Julho de 2012, de <http://www.s3i.co.uk/greenwalltrellis.php>.

www.urbangrow.com. (s.d.). Obtido em 28 de Março de 2012

www.urbangrow.com. (s.d.).

www.vitruvio.ch. (2009). Obtido em 6 de Junho de 2012, de http://www.vitruvio.ch/mediagallery/vitruvio_gallery.php?titolo_opus=Scheu%20House,%20

Casa%20Scheu&back_link=http://www.vitruvio.ch/arc/contemporary/1880-1945/scheu.php&rif=scheu.php&architetto=Adolf%20Loos.