



PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE APLICADOS AO PROJECTO DE ZONAS VERDES EM COBERTURA

Caso prático dos terraços da BISA

Maria de Castro e Almeida e Paiva Caldeira

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em

Arquitectura Paisagista

Orientador: Doutor Luís Paulo Almeida Faria Ribeiro

Júri:

Presidente: Doutora Ana Luísa Brito dos Santos Sousa Soares Ló de Almeida,
Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Luís Paulo Almeida Faria Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto
Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Mestre Ana Müller Lopes Silva Carvalho, na qualidade de especialista.

Lisboa, 2015

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Luís Paulo Ribeiro pela sua orientação neste trabalho, pelo tempo despendido e por todo o apoio prestado durante todo o meu percurso na faculdade até esta altura.

À minha família que sempre esteve ao meu lado, em especial aos meus pais e à minha irmã Sara pelo incentivo, paciência e apoio.

Aos meus amigos, em especial à Conceição, Teresa, Dada e ao Manel, pelo apoio, amizade, distração, preocupação e paciência ao longo de todos os anos da faculdade.

A todos, muito obrigada!

Resumo

Este trabalho tem como objectivo o estudo e a análise de coberturas ajardinadas no sentido demonstrar os benefícios que estas podem trazer ao ambiente, à sociedade e economia ao nível da sustentabilidade. O interesse na abordagem destes espaços, nesta perspectiva, prende-se com o facto de estas temáticas serem consideradas fundamentais na conjuntura da crise ecológica que se vive nos dias de hoje.

As coberturas ajardinadas, caracterizadas pelo revestimento das coberturas através de vegetação e por oferecer uma forma natural de amenizar o impacto provocado pela urbanização e densidade populacional. Como resultado deste estudo é apresentada uma proposta de zonas verde em cobertura nos terraços da Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia, onde é feita uma análise detalhada do espaço de intervenção e uma proposta visando valorizar o espaço, dando-lhe um novo carácter, que tem em conta os princípios de sustentabilidade estudados ao longo do trabalho, tornando-o num espaço útil, funcional e benéfico para o edifício, e sustentável sendo projectado para durar em termos económicos, ecológicos e sociais.

Palavras-chave: Cobertura ajardinada; Sustentabilidade; Ambiente; Arquitectura paisagista, Recursos da paisagem.

Abstract

The aim of this work is to study and analyse the benefits Green Roofs can bring to the environment, society and economy in terms of sustainability. The goal of addressing these spaces from this perspective, relates to the fact that these issues are considered crucial parts in the ecological crisis we are experiencing today.

Coating roofs with vegetation represents a safe, eco-friendly and natural way of softening the impact caused by urbanization and population density. The result of this study is a proposal for a roof top garden at Institute of Agronomy's Library, going over a detailed analysis of the intervention space and a proposal to enhance the terrace, giving it a new character, taking into account the principles of sustainability studied throughout the work, making it a useful space, functional and beneficial to the building.

Key Words: Green Roof, Sustainability, Environment, Landscape Architecture, Landscape Resources.

Extended Abstract

The purpose of this work is to study and analyse the importance of green roofs, and to demonstrate the benefits these can bring to the environment, society and the economy in terms of sustainability.

Nowadays, urban centers are dealing with issues of over construction, following a rapid growth in population and departure from the country, as people search for better opportunities. As a result, society is now faced with the scarcity of natural resources that is leading to the impoverishment of natural and cultural dimensions of the landscape.

In view of the given evidence, the new concept of sustainability emerged, linked to sustainable construction. There is a growing interest in this idea, which is based on practices that emphasize long-term affordability, quality and efficiency. This is so because of the benefits that green roofs bring to the over populated cities, with their vegetable coating roof tops, that offer a natural way of mitigating the impact caused by urbanization and population density. Green Roofs are thus associated with terms like reduction of urban heat island effect, runoff management of surface water, air quality improvement in cities and urban species diversity increase, which are all considered benefits of using green roofs.

This paper is divided into six chapters, the first three devoted to the theoretical work and the forth to the practical case. The first chapter is a detailed study of the concept, notions and principles of sustainability and sustainable development, and a historical overview of the different approaches that have been applied to the concept of sustainability over the years in several important world conferences, involving not only construction, but all the necessary resources for the development of human activities. Also discussed are ways to apply principles where the importance of architecture as a tool for sustainable development is evident, with consideration for its economic, ecological, and social aspects.

In chapter two we describe the evolution of green zones covering buildings since the early civilizations of Mesopotamia, through the Renaissance, Baroque, Modernism until Postmodernism, and we establish a parallel with the relationship between green roofs and the notions of sustainability and ecology over time. Also in this chapter, we discuss how these spaces have been created in Portugal and the potential of green spaces coating buildings.

It is in the third chapter that the potential of green spaces are described, in coverage to environmental, economic, social, aesthetic and urban. Also are described the implications that these gardens can have.

The different typologies these gardens can assume and considerations to take into account when building a roof top garden are described in the fourth chapter.

It is in the fifth chapter that we will mention the principles of sustainability and ecology that can be associated with green roofs so that they can create a long-term positive impact on the transformation of cities.

In the sixth and final chapter of this work, we propose a project of a roof garden terrace for the Library of the Institute of Agronomy, going over a detailed analysis of the intervention

space and a proposal to enhance the terrace, giving it a new character, taking into account the principles of sustainability studied throughout the work, making it a useful space, functional and beneficial to the building.

Índice

Índice de Figuras:	iii
Introdução.....	1
1 Sustentabilidade em projecto de Arquitectura Paisagista.....	1
1.1 Sustentabilidade e Desenvolvimento sustentável.....	1
1.2 Diferentes abordagens à sustentabilidade ao longo da História.....	3
1.3 - Recursos e estruturas fundamentais da Paisagem e Pegada Ecológica	7
1.4 Princípios de sustentabilidade aplicado ao projecto	8
1.5 - Criatividade e sustentabilidade em projectos	12
2 – Jardins sobre cobertura e o desenvolvimento das preocupações com a sustentabilidade ao longo da História.....	13
2.1 Jardins suspensos na antiguidade	14
2.2 Telhados de turfa (Torvtak), Escandinávia – Desde a pré-história	15
2.3 Idade média, Renascimento, barroco	16
2.4 Modernismo:.....	17
2.5 Pós-modernismo	18
2.6 Evolução histórica de Coberturas Ajardinadas em Portugal.....	20
3 Benefícios e condicionalismos das coberturas ajardinadas.....	24
3.1 Benefícios.....	24
3.1.1 Urbanos	24
3.1.2 Ambientais	27
3.1.3 Estéticos	31
3.1.4 Sociais	32
3.1.5 Económicos	33
3.2 Condicionantes / Implicações.....	35
4 Tipologias e Características Estruturais.....	36
4.1 Carácter Intensivo	37
4.2 Carácter Extensivo	39
4.3 Carácter semi-intensivo.....	40
4.4 Coberturas para biodiversidade - Brown Roofs:	41
4.5 Considerações a ter na escolha do tipo de cobertura a implementar.....	41
4.6 Comparação de custos entre uma cobertura inerte e uma cobertura ajardinada.....	45

5 - Princípios de Sustentabilidade e de ecologia que podem ser associados a Coberturas ajardinadas	45
6 Caso de estudo – Projecto de Zonas Verdes em Cobertura para os terraços da Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia	51
6.1 Metodologia de trabalho	51
6.2 Proposta	51
6.2.1 - O Sítio.....	51
6.2.2 - Análise Biofísica do local de intervenção.....	52
6.2.3 - Temperatura do Ar	52
6.2.4 - Precipitação.....	52
6.2.5 - Radiação Solar	53
6.2.6 - Humidade do Ar	53
6.2.7 - Vento	53
6.3 Análise e caracterização do espaço de intervenção.....	54
6.3.1 Compreensão do espaço	55
.....	56
6.3.2 Análise do interior do edifício adjacente aos terraços.....	56
6.3.3 Análise da Utilização do espaço	56
6.4 Projecto	58
6.4.1 Técnicas de construção de coberturas ajardinadas.....	59
6.4.2 Fundamentos para o desenho do espaço.....	59
6.4.3 Vegetação	61
6.4.4 Barreiras físicas.....	63
6.4.5 Pavimentos.....	64
6.4.6 Estrutura e Carga	65
6.4.7 Sustentabilidade Económica	66
6.5 Benefícios da proposta.....	69
Conclusão.....	70
Referências Bibliográficas	71
Livros	71
Palestras.....	72
Publicações	72

Recursos Web.....	72
ANEXOS.....	1

Índice de Figuras:

Figura 1 - <i>Smog</i> na Cidade do México	1
Figura 2 - Três vértices do projecto social, Económico e Ecológico.....	2
Figura 3 - Dimensões do desenvolvimento sustentável.....	4
Figura 4 - Esquema da área de terra necessária para suportar as actividades humanas.....	9
Figura 5 - Fontes alternativas de energia.....	10
Figura 6 - Figura 6 – Projecto de cobertura ajardinada.....	12
Figura 7 - Esquema do perfil de um jardim em cobertura.....	13
Figura 8 - Representação da Torre de Babel, o zigurate mais conhecido.....	14
Figura 9 - Casa com cobertura de turfa – Escandinávia.....	16
Figura 10 - Esquema do perfil de um telhado de trufa.....	16
Figura 11 - Palazzo reale – Genova.....	17
Figura 12 - Socalcos ajardinados da Quinta Real de Caxias.....	20
Figura 13 - Vista de cima do Edifício da Portugal Telecom em Picoas, Lisboa.....	21
Figura 14 - Entrada do Parque subterrâneo do jardim Amália Rodrigues	22
Figura 15 - Vista do Topo do Jardim.....	22
Figura 16 - Vista aérea da Torre Verde em Lisboa.....	23
Figura 17 - ETAR de Lisboa – Alcântara.....	24
Figura 18 - Esquema do ciclo hidrológico afectado por um mau escoamento superficial.....	25
Figura 19 - Comparação entre o escoamento de uma cobertura ajardinada com uma cobertura inerte.....	25
Figura 20 - Avião a sobrevoar um prédio em lisboa.....	27
Figura 21 - Dependência da isolação acústica do ar com o peso das superfícies.....	27

Figura 22 - Esquema representativo da comparação das temperaturas verificadas dentro e fora de um edifício com e sem jardim em cobertura.....	28
Figura 23 - Esquema da ilha de calor.	30
Figura 24 - Disposição dos painéis solares numa cobertura ajardinada.....	31
Figura 25 - Perspectiva de como a cidade de São Paulo poderia ser se os edifícios adoptassem as coberturas ajardinadas.	33
Figura 26 - O Jardim sobre o telhado do edifício Derry & Toms em Kensington High Street	34
Figura 27 - Variações máximas de temperatura em telhados	35
Figura 28 - Esquema de coberturas ajardinadas aos vários níveis a que podem existir.....	37
Figura 29 - Esquema de coberturas ajardinadas ao nível do solo, sobre parques de estacionamento subterrâneos.....	37
Figura 30 - Cobertura intensiva em Toronto projetada por arquitetos de diamante Schmitt, One Cole condomínios Sky Park.	38
Figura 31 - Jardim de Carácter Extensivo - Beare Parque em Sydney.....	41
Figura 32 - Exemplo de uma cobertura para biodiversidade.....	41
Figura 33 - High Line em Nova Iorque, Jardim bastante frequentado por cidadãos de Nova Iorque....	42
Figura 34 - Millenium Park Chicago.....	46
Figura 35 - Vista aérea localização do Espaço para a proposta.....	51
Figura 36 - Diagrama da pluviometria obtida na tapada ajuda ao longo do ano.....	53
Figura 37 - Esqueto do edifício da BISA.....	54
Figura 38 - Localização dos terraços no edifício.....	54
Figura 39 - Localização do terraço Sul.....	55
Figura 40 - Vista do terraço sul.....	55
Figura 41 - Localização do terraço Norte.....	56
Figura 42 - Vista do terraço Norte.....	56
Figura 43 - Tecto da biblioteca - Remendo de um buraco provocado pelas infiltrações.....	56

Figura 44 - Proposta: Planos Geral (ver anexo A).....	58
Figura 45 - Esquema do perfil da construção de uma cobertura ajardinada. (Ver Anexo G)	59
Figura 46 - Proposta: Alçado AA' (ver anexo E).....	60
Figura 47 - Pormenor dos bancos.....	60
Figura 48 - Corte representativo da zona de estar do terraço Norte.....	61
Figura 49 - Proposta: Plano de Plantação (ver anexo B)	62
Figura 50 - Proposta: Plano de rega Gota-a-Gota e Por aspersão.....	63
Figura 51 - Esquema representativo da Floreira embutida no muro.....	63
Figura 52 - Proposta: Plano pavimentos	64
Figura 53 - Pavimento - Lages de betão pré-fabricado.....	64
Figura 54 - Pormenor da estrutura das lajes.....	65
Figura 55 - Caminhos de acesso.....	65
Figura 56 – Exemplo do tipo de caminhos de acesso aos painéis - Exclusivamente para manutenção..	65
Figura 57 - Estrutura do edifício Piso 2.....	66
Figura 58 - Sugestão do local onde poderiam ser implementadas as cisternas.....	68

Índice de Quadros:

Quadro 1 - Resumo das preocupações Formais e Sustentáveis ao longo do tempo.....	19
Quadro 1 - Principais diferenças entre os jardins de carácter extensivo, intensivo e semi-intensivo.....	44
Quadro 3 - Questionário efectuado aos utilizadores dos terraços.....	57
Quadro 4 - Resumo das potencialidade da proposta, para os utilizadores da BISA, para o ISA, e para o ambiente.....	69

Introdução

Este trabalho tem como propósito o estudo e análise de coberturas ajardinadas no sentido demonstrar os benefícios que estas podem trazer, ao nível da sustentabilidade, ao ambiente, à sociedade e à economia.

Actualmente, os centros urbanos encontram-se cada vez mais sobrecarregados de construção, devendo-se este facto ao rápido crescimento demográfico que se verifica, e sua consequente “migração” para as grandes cidades, em busca de uma melhor qualidade de vida. Como consequência a sociedade confronta-se com a escassez dos recursos naturais que levam ao respectivo empobrecimento qualitativo das dimensões natural e cultural da paisagem. Perante estas evidências emergiu o conceito de sustentabilidade e associado a este, a construção sustentável, onde se tem observado um crescente interesse pelos benefícios que as coberturas ajardinadas, caracterizadas pelo revestimento das coberturas através de vegetação e por oferecer uma forma natural de mitigar o impacto provocado pela urbanização e densidade populacional. As coberturas ajardinadas estão assim associadas a termos como redução do efeito de ilha de calor urbano, gestão de escoamento de águas superficiais, melhoria da qualidade do ar atmosférico nas cidades e aumento da diversidade de espécies em meio urbano, todos estes considerados como benefícios da utilização das coberturas verdes.

O presente trabalho encontra-se dividido em seis capítulos em que os cinco primeiros incidem na componente teórica e o sexto no caso prático.

No primeiro capítulo é feito um estudo pormenorizado acerca do conceito, noções e princípios de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, bem como uma síntese histórica das diferentes abordagens que o conceito de sustentabilidade foi sofrendo ao longo dos anos em diversos e importantes congressos mundiais envolvendo, não só a construção civil, mas todos os recursos necessários para o desenvolvimento das actividades humanas. São ainda descritas formas de aplicar princípios onde é evidenciada a importância da arquitectura como ferramenta do desenvolvimento sustentável, considerando os aspectos económicos, ecológicos, e sociais.

No segundo capítulo encontra-se descrita a evolução das zonas verdes em cobertura desde as primeiras civilizações da Mesopotâmia, passando pelo Renascimento, Barroco, Modernismo até ao Pós-modernismo, estabelecendo sempre um paralelismo com a relação entre os jardins em cobertura e as noções de sustentabilidade ecologia ao longo do tempo. Ainda neste capítulo, é abordada a maneira como estes espaços têm vindo a ser executados em Portugal.

É no terceiro capítulo que são descritas as potencialidades dos espaços verdes em cobertura que ao nível ambiental, económico, social, estético e urbano, bem como as implicações que estes jardins podem ter.

As diferentes tipologias que os jardins sobre cobertura podem apresentar, são abordadas no quarto capítulo. Neste são também apresentadas as considerações a ter em conta na sua escolha, quando aplicadas ao projecto.

No quinto capítulo são mencionados e descritos os princípios de sustentabilidade e de ecologia que podem ser associados a coberturas ajardinadas de modo a que estas possam criar, a longo prazo, um impacto positivo na transformação das cidades.

Por último, no sexto capítulo deste trabalho, é proposto um projecto de uma cobertura ajardinada para os terraços da Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia, onde é elaborada uma análise pormenorizada do local da intervenção e uma proposta visando a valorização do espaço, conferindo-lhe uma tipologia semi-extensiva tendo em conta os princípios de sustentabilidade estudados ao longo deste trabalho. O projecto tem como principais propósitos tornar os terraços da BISA em espaços úteis, funcionais e benéficos para o edifício, para os utilizadores e para o ambiente.

1 Sustentabilidade em projecto de Arquitectura Paisagista

A situação actual do Planeta, ao nível da conservação dos recursos necessários à sobrevivência humana, é bem conhecida e extremamente preocupante. Nas grandes cidades, a utilização dos recursos do Planeta é constante, sendo a indústria da construção civil responsável por consumir cerca de 50% dos recursos mundiais, tornando-se numa das actividades menos sustentáveis do planeta.¹ Mais de 21.000 milhões de toneladas de dióxido de carbono são expulsos actualmente na atmosfera fruto de combustíveis fósseis utilizados em actividades humanas. A este, juntam-se outros gases como o metano, óxido nitroso, clorofluorcarbonatos e hidroclorofluorcarbonetos, sendo estes últimos altamente destrutivos para a camada do ozono.² Algumas evidências das irregularidades ambientais, causadas por acções antrópicas, são a crescente imprevisibilidade do clima, o desequilíbrio de alguns ecossistemas, a redução da extensão de solo fértil, a extinção de espécies e o esgotamento dos recursos minerais.³

Contudo, apesar de o Planeta não estar a ser capaz de continuar a suprimir a actual demandada de recursos, a nossa vida quotidiana desenvolve-se em ambientes edificados, e a civilização contemporânea depende de edificações para seu resguardo e sua existência.⁴ Evidentemente algo deve ser mudado nesse aspecto e arquitectos, paisagistas e designers têm grande responsabilidade nesse processo. Perante a evidência dos problemas sociais e ambientais, que resultaram do rápido e pouco controlado, processo de crescimento urbano, emergiu o conceito de *sustentabilidade*, segundo o qual a satisfação das necessidades presentes não pode comprometer a possibilidade de satisfação das necessidades das gerações futuras.⁵

1.1 Sustentabilidade e Desenvolvimento sustentável

As preocupações com a sustentabilidade fazem parte do quotidiano do homem há milhares de anos, no entanto, nos dias que correm o termo ganha cada vez mais importância, devido ao elevado desenvolvimento urbano que as cidades têm vindo ter, ameaçando a sanidade ambiental do Planeta.⁶ A definição deste termo tem evoluído ao longo de diversos e importantes congressos mundiais e envolve, não só a construção civil, mas todos os recursos necessários para o desenvolvimento das actividades humanas.⁷ Assim, pode dizer-se que é um conceito sistémico, relacionado com a continuidade dos aspectos económicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade. De tal forma que a sociedade, os seus membros e as suas economias possam preencher as suas necessidades e expressar o seu



Figura 1 – Smog na Cidade do México. Fonte: URL : <<http://www.zmescience.com>>

¹ Edwards B., O Guia Básico para a Sustentabilidade, 2008, p.9

² Martins, Inês C. S., Casas Ecológicas, 2008, p. 8

³ Mourão, Joana F.M., Habitação para o futuro, 2004, p. 37

⁴ Edwards B., O Guia Básico para a Sustentabilidade, 2008, p.11

⁵ Mourão, Joana F.M., Habitação para o futuro, 2004, p. 37

⁶ Sustentabilidade e euforia utópica., Disponível em: URL: <<http://www.uv.mx>>

⁷ Edwards B., O Guia Básico para a Sustentabilidade, 2008, p.10

maior potencial no presente, e ao mesmo tempo preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais, agindo de forma a atingir eficácia na manutenção indefinida desses ideais.⁸ Trata-se de salvaguardar para o futuro os recursos necessários às gerações futuras.

Para o arquitecto, sustentabilidade é um conceito complexo. Grande parte de um projecto sustentável envolve a redução do aquecimento global por meio da gestão energética e do uso de certas técnicas, como a análise do ciclo de vida, com o objectivo de manter o equilíbrio entre o capital inicial investido e os activos fixos a longo prazo. Contudo, projectar de forma sustentável envolve também a criação de espaços saudáveis, viáveis economicamente e sensíveis às necessidades sociais. No projecto deve-se assim respeitar os sistemas naturais e aprender por meio dos processos ecológicos.⁹

A sustentabilidade abrange vários níveis de organização, desde a vizinhança local até o planeta inteiro. O grande desafio agora é o de criar cidades mais sustentáveis, onde os espaços verdes urbanos desempenham um papel fundamental.

Quase imediatamente após a proposição do conceito de sustentabilidade, que referia questões mais relacionadas com conservação, foi proposto o conceito de *desenvolvimento sustentável*, incorporando agora o desenvolvimento social e significando um meio de compatibilizar conservação ambiental com desenvolvimento, incluindo conseqüentemente, a manutenção de condições viáveis do ambiente para o futuro.¹⁰

Formulada em 1987 pela Comissão para o Meio Ambiente da ONU, sob a direcção de Gro Harlem Brundtland, a definição de desenvolvimento sustentável, aborda as necessidades de recursos ambientais das gerações presentes e futuras.

A comissão de Brundtland definiu o desenvolvimento sustentável como aquele que “satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades”. Um dos conceitos mais importantes ao nível ambiental¹¹

Um dos conceitos definidos pela comissão Brundtland é que para alcançar o desenvolvimento sustentável são necessárias três dimensões, como exemplificado na figura 2, a sustentabilidade ambiental, a económica e a social, declarando que os sistemas económicos e sociais não podem desligar-se da capacidade de carga do meio ambiente. O desejo de crescimento e bem-estar social deve equilibrar-se com a necessidade preservar os

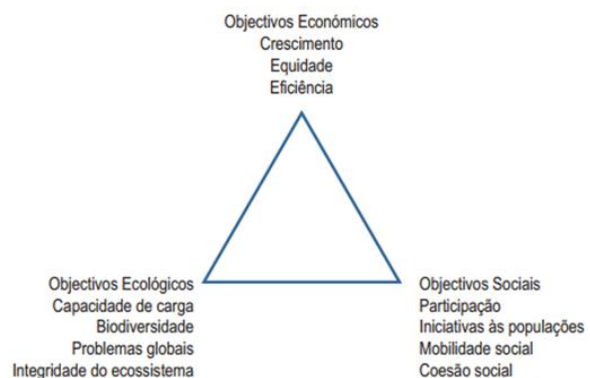


Figura 2 - Três vértices do projecto social, Económico e Ecológico. Fonte: Edwards, (2008), p.11

⁸ Rede da Sustentabilidade, Disponível em URL: <<http://www.sustentabilidade.org.br/>>

⁹ Edwards B, O Guia Básico para a Sustentabilidade, 2008, p.11

¹⁰ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

¹¹ Edwards B, O Guia Básico para a Sustentabilidade, 2008, p.10

recursos ambientais para as gerações futuras.¹²

Apesar deste novo conceito ser a principal referência no âmbito internacional, é contudo impreciso e aberto a diferentes interpretações, muitas vezes contraditórias. No entanto, a definição de Brundtland talvez seja o maior imperativo para o desenvolvimento global no século XXI, tendo as suas repercussões sido muito abrangentes e impactantes.

Esta definição gerou uma série de subdefinições que atendem às necessidades particulares de cada sector, de naturezas social, económica, cultural, espacial/geográfica e ambiental, para finalmente defini-la como a associação entre eficácia económica, social e ambiental que, quando simultaneamente atingidas, configuram o tão propalado desenvolvimento sustentável.¹³

Verificando-se uma elevada taxa de urbanização a despontar por todo o mundo paralelamente à escassez dos recursos naturais, o desenvolvimento sustentável põe esperança num novo modelo de desenvolvimento que assegure o futuro das novas gerações¹⁴

1.2 Diferentes abordagens à sustentabilidade ao longo da História

Sustentar – “segurar por baixo, impedir que caia; fazer face a, resistir a; conservar, manter; alimentar física ou moralmente”.¹⁵

Foi no neolítico que o homem se tornou sedentário e deu início às actividades agrícolas provocando as primeiras alterações antrópicas na paisagem. Ao investir em locais fixos, mudou, desde então de então até aos dias de hoje, as suas relações com o meio em que vive, deixando assim na natureza um primeiro esboço da sua presença técnica.¹⁶ O homem tratou assim de garantir a sobrevivência da espécie numa primeira etapa, visando depois garantir a sua permanência nas transformações da paisagem com consumos otimizados de energia.

A regulamentação e os requisitos legais constituem aspectos importantes da organização e das exigências ambientais. A partir do momento em que as questões ambientais surgem e adquirem importância, torna-se necessário actuar. A regulamentação, através da definição de requisitos, evidencia os mecanismos e formas como se pretende dar resposta às questões ambientais.

Na Idade Média, algumas questões ambientais apareciam na regulamentação, embora de forma pontual e esporádica. São exemplos as questões de salubridade e, posteriormente, o regulamento do uso de recursos naturais como é o caso da água.¹⁷

É nos Estados Unidos que surge, em meados de 1960, uma preocupação significativa da população com os efeitos da degradação do ambiente. Tal preocupação alastra-se pelo Canadá,

¹² Jácome, M. A. P. - A água e a sustentabilidade em espaços verdes, 2010, p.4

¹³ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

¹⁴ Magalhães M. - A arquitectura Paisagista: Morfologia e complexidade, 2001, p.286

¹⁵ Dicionário Português, 1975, p. 930

¹⁶ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

¹⁷ Pinheiro M. D., Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.23

Europa Ocidental, Japão, Nova Zelândia e Austrália para, nos anos 80, chegar à América Latina, Europa Oriental, União Soviética e Sul e Leste da Ásia.¹⁸

Até à década de 70, a protecção ambiental era vista sobretudo de uma perspectiva antropocêntrica. O ambiente era um suporte para a vida humana, uma fonte de recursos que interessava preservar, mas ao qual não era atribuído um valor em si mesmo. No que se refere aos danos ambientais a preocupação residia essencialmente nas consequências que estes teriam nas populações. Deste modo, a defesa dos valores ambientais era pensada unicamente no sentido da procura de melhores condições para o Homem ao nível da saúde, lazer, etc.¹⁹

Foi em Estocolmo, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano que, em 1972, a comunidade internacional discutiu, pela primeira vez, oficialmente o tema do meio ambiente, considerando suas implicações com o desenvolvimento da sociedade.²⁰ Esta foi fruto do pensamento ambiental da época, centrando-se nas questões da poluição, da saúde humana e do Homem.²¹ Das discussões então havidas resultou a criação do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), que reuniu, pela primeira vez, países desenvolvidos e emergentes. A partir de então, a ONU (Organização das Nações Unidas) realizou uma série de conferências para tratar de temas específicos como alimentação, moradia, população e direitos humanos.

Dez anos depois, em Nairobi no Quênia, o PNUMA promoveu uma reunião, em que foi decidida a criação da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Unced – United Nations Conference on Environment and Development).²²

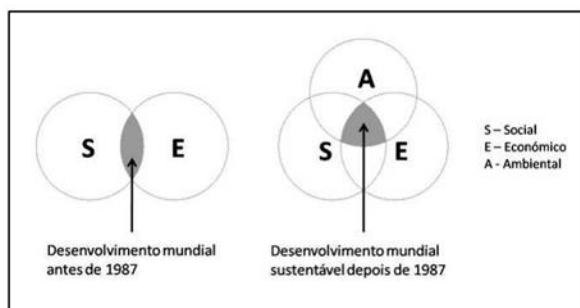


Figura 3 - Dimensões do desenvolvimento sustentável
Fonte: Edwards, 2005

Nos finais dos anos 80 do século XX, com a percepção crescente de problemas globais, como por exemplo a degradação da camada do ozono estratosférico e as chuvas ácidas, as questões ambientais passaram a ser vistas de uma forma mais alargada, tanto ao nível da sua repercussão como ao nível do processo. Compreendeu-se então que os impactos de uma determinada actividade eram resultado de todo o processo produtivo: materiais, resíduos e emissões e tecnologias utilizadas, assumindo-se pois a possibilidade de compatibilizar estes elementos e o conceito de desenvolvimento sustentável.²³

Assim, em 1987 nasce a noção de sustentabilidade, emergindo um dos conceitos mais importantes ao nível ambiental, o conceito de Desenvolvimento Sustentável. Este surge quando a Unced apresenta um documento denominado “Nosso futuro comum”, como ficou conhecido o Relatório Brundtland. O texto define a expressão *desenvolvimento sustentável* como “o

¹⁸ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

¹⁹ Pinheiro M. D., Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.24

²⁰ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

²¹ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.26

²² Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

²³ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.27

desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

A esta etapa seguiu-se a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ficou também conhecida pelos nomes de Cúpula da Terra, Conferência do Rio ou Rio-92, por se ter realizado na cidade do Rio de Janeiro no Brasil. O evento reuniu 179 chefes de Estado e de Governo, que passaram a usar como ferramentas de maior interesse: a Agenda 21 e a Declaração do Rio, por pretenderem definir políticas e compromissos que visavam estabelecer modelos de desenvolvimento sustentável, definir as responsabilidades dos Estados e incorporar, além da ambiental, a dimensão humana, entendida como atendimento das necessidades dos pobres como compromisso explícito dos países envolvidos.²⁴

A Agenda 21 contém recomendações concretas sobre como acelerar de forma consistente, embora gradual e negociada, a substituição dos actuais padrões de desenvolvimento vigentes no mundo, promovendo a regeneração ambiental e o desenvolvimento social,²⁵ sendo um plano de acção para ser assumido ao nível global, nacional e local.²⁶ Coube a cada um, dos 118 países envolvidos, desenvolver sua própria versão, de forma a incluir e considerar as peculiaridades e dinâmicas específicas de desenvolvimento de cada um.²⁷ Esta tem sido interpretada em diversas Agendas locais e regionais.²⁸

Tratando-se de um documento de intenções, a Declaração do Rio foi expresso por meio de princípios que definem os compromissos dos Estados com o interesse de todos e o respeito pela integridade dos ecossistemas. Embora este princípio traduza uma clara preocupação com a soberania dos Estados, acaba, indirectamente, por deixar os Governos posicionarem-se de acordo com interesses políticos de momento, ou seja, a adoptarem medidas contingenciais, diante da eterna dicotomia crescimento económico *versus* conservação ambiental. Se analisarmos os critérios de equidade social, prudência ecológica e eficiência económica podemos concluir que não houve grande progresso nestes 14 anos.²⁹

É por esta altura que as preocupações ambientais deixam de se centrar no controlo da poluição e passam a focar-se antes na sua prevenção. Para tal, as estratégias adoptadas centram-se na redução da poluição na fonte, através da utilização de soluções técnicas alternativas ou mesmo por alterações do processo produtivo – o princípio da precaução passa a merecer maior destaque.

Com a assinatura do Protocolo de Quioto, conferência realizada em 1997, diversos países industrializados, incluindo Portugal, comprometeram-se a reduzir, entre 2008 e 2012, as suas emissões combinadas de gases causadores de efeito de estufa em pelo menos 5,2% em relação aos

²⁴ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

²⁵ Idem, *Ibidem*

²⁶ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.26

²⁷ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

²⁸ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.26

²⁹ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

níveis de 1990. Portugal comprometeu-se em limitar o aumento das suas emissões de GEE em 27%, no período entre 2008-2012, em relação às emissões de 1990.³⁰

Em 2002, realizou-se na cidade de Joanesburgo a "Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável" (também conhecida como Rio+10) onde é sublinhada a importância da procura do desenvolvimento sustentável e onde se aborda a questão da globalização. Esta Cimeira assentou, essencialmente, numa reafirmação do empenho no cumprimento dos objectivos da Agenda 21 e dos objectivos para o milénio traçados na sessão especial das Nações Unidas em 2000. Para além disso, é patente um fortalecimento do conceito de desenvolvimento sustentável, que inclui aspectos sociais, nomeadamente a relação entre a pobreza, o ambiente e o uso dos recursos naturais, bem como um aumento da parceria entre países.³¹

Por fim, em Junho de 2012, foi realizada no Rio de Janeiro, A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20. A Rio+20 foi assim conhecida porque marcou os vinte anos de realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. O objectivo da Conferência foi a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adoptadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes.³²

Em baixo segue-se Cronologia referente às várias reuniões que houve ao longo dos anos visando definir as prioridades e formas de actuar na sustentabilidade do meio ambiente.

- 1972 - Conferência de Estocolmo para o Meio Ambiente Humano (ONU)
- 1979 - Convenção de Genebra sobre a Poluição do Ar (ONU)
- 1980 - Estratégia Mundial para a Conservação (UICN)
- 1983 - Protocolo de Helsinque sobre a Qualidade do Ar (ONU)
- 1983 - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONU)
- 1987 - Protocolo de Montreal sobre a Camada de Ozono (ONU)
- 1987 - Nosso Futuro Comum – Relatório Brundtland (ONU)
- 1990 - Livro Verde sobre o Meio Ambiente Urbano (União Europeia)
- 1992 - Cúpula da Terra (Rio 92) – Rio de Janeiro (ONU)
- 1996 - Conferência Habitat (ONU)
- 1997 - Conferência de Kyoto Sobre o Aquecimento Global (ONU)
- 2000 - Conferência de Haia Sobre as Mudanças Climáticas (ONU)
- 2002 - Cúpula de Joanesburgo sobre o Desenvolvimento Sustentável (ONU)
- 2012 - Rio+20 Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável.

³⁰ Portal de energia, 2009, Disponível em URL: <<http://www.portal-energia.com>>

³¹ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.27

³² Conferência das Nações Unidas, Disponível em URL: <<http://www.rio20.gov.br>>

É notável a evolução das preocupações ao longo das décadas, especialmente a partir do século 20. Contudo, as preocupações são cada vez maiores e muitas das decisões tomadas nas diferentes Cimeiras não passam de intenções. Em Joanesburgo, por exemplo, das cinco prioridades estabelecidas como temas de discussão – água e saneamento, energia, saúde, agricultura e biodiversidade – apenas duas tiveram algum avanço: saneamento, e diversidade biológica. Tal resultado pode ser considerado desprezível, diante da delimitação das propostas iniciais. Os diversos fracassos de reuniões que se seguiram acabam por não passar de uma retórica vã. As declarações carregadas de ambiguidades e passíveis de múltiplas interpretações, as promessas e intenções esquecidas na primeira circunstância levam a preocupantes resultados que se traduzem na falta de planeamento em relação à efemeridade de recursos, perigos decorrentes de emissões de CO², raios ultravioletas, perda de solos, extinção de espécies e, mais recentemente, o alarmante aumento da pobreza.³³

Na actualidade, a legislação de ambiente assenta numa lógica de responsabilidade partilhada, procurando a participação dos intervenientes no processo, de modo a promover o cumprimento dos objectivos ambientais e ter também em conta as questões económicas e sociais com que as empresas se deparam. Estas são vistas como parceiros e é adoptada uma política negocial, numa lógica de pró-actividade. Deste modo, é possível o estabelecimento de contractos ambientais onde o cumprimento dos objectivos é progressivo, ao invés de imediato, e a utilização de incentivos económicos ou de outra índole.³⁴

1.3 - Recursos e estruturas fundamentais da Paisagem e Pegada Ecológica

Devido ao incessante crescimento que as cidades, mesmo na Europa, continuam a ter, torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de soluções urbanísticas que tenham os menores impactos ambientais possíveis, e que atendam à preservação dos espaços naturais e à relação do Homem com a Natureza.³⁵

As políticas de desenvolvimento Sustentável devem assentar, antes de qualquer definição da localização das actividades humanas, na preservação das estruturas fundamentais da paisagem que asseguram o seu funcionamento ecológico, através dos sistemas que envolvem os factores de ambiente (ar, água, solo, vegetação, fauna, etc...)³⁶

Pegada Ecológica

As actividades humanas e a procura de áreas construídas e de recursos que motivam, traduzem também uma pressão sobre o espaço e a afectação



©BFF 2005

Figura 4 - Esquema da área de terra necessária para suportar as actividades humanas.

Fonte: <<http://luduarte.files.wordpress.com>>

³³ Sustentabilidade e euforia utópica, Disponível em: <URL: <http://www.uv.mx>>

³⁴ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, pp.26 - 27

³⁵ Roldão L.C. Contributos para um urbanismo mais sustentável, 2007, p. 72

³⁶ Magalhães, M. R., A Arquitectura Paisagista: morfologia e complexidade, 2001, p.96

dos ecossistemas. Entre as abordagens existentes e que surgiram nos últimos anos no sentido de compreender o eventual efeito daqui resultante, destacam-se as que tentam converter o consumo e a pressão das actividades no espaço necessário para as suportar.³⁷ Surge assim o conceito de "pegada ecológica" que foi usado pela primeira vez por dois professores universitários canadianos, William Rees e Mathis Wackernagel. A pegada ecológica pretende determinar a área de terra necessária para suportar as necessidades de recursos e absorver os resíduos gerados por um indivíduo, uma comunidade, uma actividade, ou um edifício, num ano. É assim considerada uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais, sendo usada como indicador de sustentabilidade ambiental. Esta é apresentada em hectares (do espaço do planeta Terra) e tem em conta não só os consumos do indivíduo (ou outro objecto de estudo) mas também as variações na capacidade de produção e de depuração de poluentes do planeta.³⁸

A aplicação do conceito de pegada ecológica tem por base a caracterização das actividades e respectivos fluxos, para os quais se obtêm valores estatísticos, que seguidamente se convertem em valores espaciais, de forma a precisar a necessidade de espaço para alimentação, (por exemplo, área produtiva), tecido e madeira, energia e infra-estruturas. Por exemplo, para determinar a capacidade produtiva do planeta, determinam-se as áreas biologicamente produtivas. Estas são definidas como as áreas que contêm ecossistemas produtivos.³⁹

Para assegurar a existência das condições favoráveis à vida precisamos viver de acordo com a "capacidade" do planeta, ou seja, de acordo com o que a Terra pode fornecer e não com o que gostaríamos que ela fornecesse. Avaliar até que ponto o nosso impacto já ultrapassou o limite é essencial, pois só assim poderemos saber se vivemos de forma sustentável.⁴⁰

1.4 Princípios de sustentabilidade aplicado ao projecto

A importância de um bom planeamento da cidade tem como responsabilidade facultar vivências urbanas de qualidade às pessoas que nela habitam. Sendo a cidade uma malha composta por espaços edificados e espaços abertos, onde se incluem os espaços verdes, procura-se garantir um equilíbrio saudável entre área edificada e não edificada.⁴¹

Desde a antiguidade que os jardins respondem aos recursos disponíveis numa relação harmoniosa com a natureza, contudo no século XX o desenvolvimento tecnológico ameaçou essa dependência e inter-relação com o meio. Portanto, o conceito de espaço verde sustentável, em equilíbrio com as condições do meio em que se insere, não é um novo conceito mas antes um conceito esquecido agora redescoberto.⁴²

Actualmente, os Espaços Verdes Urbanos, desempenham uma enorme importância e complexidade na cidade, assumindo um papel fulcral na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

³⁷ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.59

³⁸ Roldão L.C. Contributos para um urbanismo mais sustentável, 2007, p. 72

³⁹ Pinheiro M. D. Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.59

⁴⁰ WWF Pegada Ecológica, Disponível em <<http://www.wwf.org.br>>

⁴¹ Planeamento, Projecto e Gestão/Manutenção de Espaços Verdes. Disponível em: <URL:<http://www.parkatlantic.eu>>

⁴² Jácome M.A.P., A Água e a Sustentabilidade em Espaços Verdes, 2010, p.13

Estes espaços têm diversas funcionalidades, sendo espaços de recreio com forte interesse estético, que promovem o contacto com o mundo natural.⁴³ A sustentabilidade é uma característica própria dos espaços verdes, que promovem naturalmente a qualidade do ar, do solo, a diversidade biológica e sensorial e hidrologia urbana.⁴⁴ “Alcançar o equilíbrio entre o homem e o ambiente, no sistema que é a cidade, é indispensável no caminho do desenvolvimento sustentável, no qual os espaços verdes desempenham um papel fundamental”.⁴⁵

Os espaços verdes nas cidades devem ser áreas ecologicamente funcionais que promovam a conectividade de habitats e estimulem a biodiversidade. São agentes activos na ecologia urbana, promotores de biodiversidade que atuam como prestadores de serviços ambientais, fitodepuradores e remediadores de ar, água, solo e temperatura, gestores de carbono e água, funcionando ainda como espaços de interpretação adaptados às realidades sociais atuais e futuras. Os desafios ambientais impostos pela evolução desconcertada da cidade, a necessidade da racionalização e da economia dos recursos exigem novos paradigmas de evolução dos espaços verdes.⁴⁶

A arquitectura é uma importante ferramenta do desenvolvimento sustentável, dentro do conceito do pensar globalmente agindo localmente, considerando de um lado o aspecto económico, de outro o ecológico, e ambos associados à visão social. Enfim, ética, consciência ambiental, avanço tecnológico, sustentabilidade, e equilíbrio dos ecossistemas são conceitos de planeamento, que fazem do desenho de projectos algo ecologicamente fidedigno, preciso e responsável.

Desta forma, a sociedade pode contar com a arquitectura e paisagismo, ramos do conhecimento que muito têm a oferecer para a implantação da cultura sustentável. Projectos que envolvem edifícios, casas, estabelecimentos comerciais, urbanismo, arquitectura institucional e paisagismo podem estar totalmente norteados na intenção de renovar o relacionamento com o meio ambiente.⁴⁷

Um projecto que tenha em conta princípios de sustentabilidade deve seguir os seguintes princípios:

- **Análise do impacto ambiental da obra visando não agredir o ecossistema da região:** Minimizar perturbação do Lugar compreendendo um conjunto de medidas e orientações que procuram preservar as características do lugar em todos os seus componentes bióticos, abióticos e intangíveis, na interação do ambiente com a sua identidade.
- **Qualidade do ar e do ambiente:** Controlo da poluição, visando reduzir as emissões de CO₂. Uso de materiais não tóxicos, criação de conforto através do controle da ventilação, humidade, integração de espaços verdes;

⁴³ Planeamento, Projecto e Gestão/Manutenção de Espaços Verdes. Disponível em: <URL:<http://www.parkatlantic.eu>>

⁴⁴ Jácome M.A.P., A Água e a Sustentabilidade em Espaços Verdes, 2010, p.13

⁴⁵ Jácome, Ibidem, p. 01

⁴⁶ Planeamento, Projecto e Gestão/Manutenção de Espaços Verdes. p. 12, Disponível em: <URL:<http://www.parkatlantic.eu>>

⁴⁷ Creatos, Disponível em URL: <<http://www.creatos.com.br/hotsite/>>

- **Redução de resíduos:** Políticas para a gestão de resíduos e reciclagem, a fim de reduzir os resíduos dos jardins (adopção de componentes pré-fabricados);
- **Fontes alternativas de energia:** Utilização dos recursos naturais. Diminuição do consumo de energia e o desenvolvimento de tecnologias com recurso a fontes alternativas de energia renovável, como a solar, a eólica e a geotérmica. Fomentação do recurso a iluminação natural, ao isolamento térmico, uso de sistemas de tecnologia a baixas temperaturas e sistemas de ventilação com recuperação de calor, produção de água quente com aquecimento solar. Elaboração de um guia de economia de energia para os utilizadores;



Figura 5 – Fontes alternativas de energia. Fonte: <<http://www.trabalhoscolares.net>>

- **Controlo da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores;**
- **Reutilização e reciclagem de materiais reaproveitáveis:** Conjunto de medidas e orientações que promovem a reutilização de materiais existentes, e aspectos a considerar na selecção de materiais de acordo com princípios ecológicos;
- **Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas:** Maximizar a vegetação, conservação de espécies de árvores e da vegetação presente. Compreende o conjunto de medidas e orientações que permitem promover a biodiversidade, tirando o melhor partido da vegetação, pela sua adequação, plantação, bom dimensionamento e gestão, obtendo o melhor desempenho estético e ecológico.
- **Consumo racional de água:** Aplicar um conjunto de medidas e orientações que preconizam o uso ecológico da água, com especial incidência na redução, por meios directos ou indirectos, do seu consumo, quer seja pela sua melhor distribuição, aproveitamento ou captação, ou ainda por tratamento local de águas residuais, ou adaptando às funções dos espaços verdes
- **Produção de alimentos:** Auto produção de alimentos para os habitantes através de hortas feitas com a terra resultante das escavações dos jardins e adubadas com adubo produzido localmente.^{48 49}

Todos estes aspectos deverão ser considerados tanto a escala planetária, ao nível das grandes opções, como a microescala.⁵⁰ Estes espaços verdes se forem correctamente planeados,

⁴⁸ Planeamento, Projecto e Gestão/Manutenção de Espaços Verdes. p 12, Disponível em: <[URL:http://www.parkatlantic.eu](http://www.parkatlantic.eu)>.

⁴⁹ Creatos, Disponível em URL: <<http://www.creatos.com.br>>

desenhados, implementados e geridos assumem a nível global um papel central no desenvolvimento sustentável, nomeadamente nas paisagens urbanas. Os espaços verdes urbanos equilibrados permitem assim um conjunto de benefícios com implicações a nível ambiental, social e económico. Como principais benefícios salientamos:

Benefícios Ambientais

- Adaptação e Mitigação às Alterações Climáticas;
- Melhoria da qualidade do ar, conservação da água, melhoria da estrutura dos solos, conforto climático;
- Redução de riscos ambientais (cheia, derrocadas, etc.);
- Diminuição do impacto ambiental da manutenção através redução do número de resíduos produzidos e melhor planeamento das operações culturais;
- Maximização das funções ecológicas;
- Conservação da biodiversidade urbana;
- Mitigação da poluição sonora.

Benefícios Sociais

- Criação/ Reforço/Afirmação da Identidade e Carácter local;
- Melhoria da qualidade visual e cénica da paisagem urbana;
- Coesão social através distribuição equitativa de bens e serviços;
- Formação pedagógica e sensibilização ambiental;
- Melhoria da qualidade de vida da população através da promoção de ambientes urbanos saudáveis e equilibrados, como sejam, espaços de recreio e lazer com qualidade.

Benefícios Económicos

- Redução e/ou optimização de custos através da gestão eficiente de recursos (água, mão-de-obra, materiais);
- Redução dos consumos energéticos pela promoção de espaços urbanos mais frescos (redução do efeito de ilha de calor)⁵¹

Os espaços verdes são assim uma componente urbana indispensável na sustentabilidade das cidades, beneficiando-as ecológica, social e esteticamente, sendo no entanto indispensável que obedeçam aos critérios de sustentabilidade acima referidos.

A abordagem dos espaços verdes no contexto da sustentabilidade tem como objectivo a criação de uma zona verde ideal, que seja capaz de cumprir todas as suas funções, sem que seja necessário um grande esforço económico de recursos. A sustentabilidade de um espaço verde resulta do equilíbrio dos vários elementos que o compõem, como tal, se este equilíbrio for comprometido pode tornar-se insustentável. A quantidade e qualidade de água disponível, características do solo, condições meteorológicas, densidade e condições de uso que pode suportar,

⁵⁰ Marques. T., Sustentabilidade no projecto de arquitectura paisagista, 2009, p. 35

⁵¹ Planeamento, Projecto e Gestão/Manutenção de Espaços Verdes. p 12, Disponível em: <URL:<http://www.parkatlantic.eu>>.

relação das novas plantas que se incorporam com a fauna e o meio e materiais inertes são alguns destes elementos. Torna-se então importante conhece-los e as suas dinâmicas, não só no próprio espaço mas também com o meio que o envolve, e perceber de que modo se pode intervir no sentido de alcançar a sustentabilidade e incorporando também uma obrigatória qualidade estética. O conhecimento destes elementos fará com que a inversão no tempo e recursos resulte muito mais rentável tanto desde o ponto de vista ecológico como económico.

1.5 - Criatividade e sustentabilidade em projectos

A arquitectura ecológica em geral, toma medidas que visam tornar a construção o menos nociva possível para o ambiente, utilizando métodos passivos que permitem evitar os gastos excessivos energéticos para obter o mesmo conforto térmico dentro do edifício. Aproveita ainda o conhecimento das técnicas de construção e de utilização de materiais, de acordo com o contexto e o lugar aliados ao desenvolvimento de novas tecnologias e princípios estabelecidos para o desenvolvimento sustentável⁵²

Muitas vezes, nas cidades, devido ao facto do custo do metro quadrado urbano ser bastante elevado, é complicado destinar áreas para a instalação de parques e jardins. No entanto, existem muitas áreas de cobertura que podem ser devidamente aproveitadas, quer para uso público, quer para uso privado. Estes jardins em cobertura, ajudam a reduzir o consumo de energia, aumentam a biodiversidade, contribuem para a sustentabilidade dos ecossistemas, melhoram o sistema de drenagem das águas pluviais, melhoram a qualidade estética da arquitectura e contribuem para assegurar o contínuo verde.⁵³



Figura 6 – Projecto de cobertura ajardinada. Fonte: URL <<http://www.ipvc.p>>

É um facto que os jardins e os espaços verdes em geral, nos centros urbanos, apresentam elevados consumos de recursos, uma situação que pode e deve ser alterada, a nível da concepção destes espaços, mediante a implementação de tecnologias e práticas mais sustentáveis na sua manutenção e conservação, como por exemplo o aproveitamento da água das chuvas; escolhas de materiais e plantas adequadas, entre outros.

⁵² Martins, Inês C. S., Casas Ecológicas, 2008, p.23

⁵³ Luz, Ana S. F., A Sustentabilidade como critério projectual em espaços verdes, 2009, p. 23

2 – Jardins sobre cobertura e o desenvolvimento das preocupações com a sustentabilidade ao longo da História



A elevada densidade urbana que se tem verificado nas últimas décadas impôs a necessidade de soluções arquitectónicas que se adaptem às exigências de qualidade da sociedade moderna.⁵⁴ Uma vez que a estrutura fundamental da cidade não pode ser alterada, uma das maneiras de se realçar a vegetação na cidade é através de uma rede de “telhados verdes”, trazendo muitos benefícios para o actual tecido da cidade.

Existem milhares de metros quadrados de coberturas não utilizadas e não atractivos nas cidades que representam grandes oportunidades desperdiçadas para melhorar a qualidade de vida da cidade.⁵⁵ A criação de coberturas ajardinadas possibilita não só a recuperação de áreas ocupadas por construção devolvendo-as à população, como também, transforma superfícies actualmente inertes, em locais com vida, contribuindo para o embelezamento da urbanização e para uma melhoria da qualidade ambiental. Torna-se assim cada vez mais frequente a criação de coberturas ajardinadas, sendo o seu sucesso resultado do seu papel ecológico no desenvolvimento urbano, na sua função de planeamento de espaços abertos e da sua função protectora do ambiente.⁵⁶

A Principal diferença das coberturas ajardinadas relativamente aos parques ou jardins tradicionais consiste, na existência de uma estrutura artificial que constitui uma barreira física, não permitindo o contacto directo entre as plantas e o solo natural⁵⁷ Os jardins em cobertura são assim, caracterizados como toda cobertura ou telhado, que agrega na sua composição, uma camada de solo ou substrato e outra de vegetação.⁵⁸

No contexto histórico, as coberturas ajardinadas não constituem nenhuma inovação tecnológica, pois há já muitos séculos que se fazia uso desta técnica construtiva de estimável valor para a manutenção do ciclo hidrológico.⁵⁹

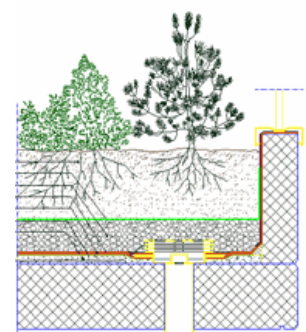


Figura 7- Esquema do perfil de um jardim em cobertura. Fonte: <<http://www.archweb.it>>

⁵⁴ Andrade, Nixon C., O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas, 2002, p.63

⁵⁵ Johnston, J., Building green. A guide to using plants on roofs, walls and pavements, 2004, p. 17

⁵⁶ Coberuras ajardinadas. Leca, Disponível em: URL: <http://www.weber.com.pt>

⁵⁷ Silva, S., Abordagem ao Projecto em zonas verdes sobre cobertura, 2002 - p.5

⁵⁸ Correa, C.B., O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas, 2002, p.11

⁵⁹ Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <<http://www.arq.ufsc.br>>

Na análise da história do homem, a sua relação com o ambiente circundante põe em evidência a influência, que o condicionamento geográfico e climático, tal como a forma da paisagem natural, tiveram nas actividades, no pensamento e no comportamento humano.⁶⁰

2.1 Jardins suspensos na antiguidade

No terceiro milénio a.C. a Babilónia subiu ao poder seguindo um dos afluentes do Eufrates. É assim descrita como a cidade-mãe da paisagem construída tal como os jardins.⁶¹ Entre 600 a.C. e 450 a.C., foram construídos os zigurates, os primeiros jardins suspensos. Na Babilónia, encontrava-se o mais famoso de todos, o Etemenanki ou torre de Babel. Desta, apenas os restos da base estão ainda rastreáveis. Estes jardins suspensos foram construídos com o objectivo de animar a esposa nostálgica de Nabucodonossor, Amyitis, que achava o terreno da mesopotâmia monótono e árido, em comparação com os terrenos montanhosos da sua terra natal.



Figura 8 - Representação da Torre de Babel, o zigurate mais conhecido. Fonte: <http://pt.scribd.com>

Assim sendo, o rei decidiu recrear a pátria dela construindo uma montanha artificial com jardins.

Os terraços dos jardins suspensos foram construídos entre 604 a.C. e 502 a.C., sobre duas linhas de sete câmaras abobadas. A maior abobada tinha cerca de 75m de altura e era a parte mais alta do jardim. Considerando que pedra era difícil de se conseguir na planície de Mesopotâmia, a maioria da arquitectura em Babel utilizou tijolo. Os tijolos eram compostos de barro misturado com palha cortada e assados ao sol. Assim, a estrutura estava impermeabilizada com camadas de tijolos de barro cozido e folhas de chumbo, e posteriormente coberta com terra para a vegetação. Sobre cada terraço estavam plantados arbustos de várias espécies e sobre as colunas que suportavam os arcos, plantavam-se árvores, uma vez que eram ocas e tinham profundidade necessária para desenvolver a raiz de grandes árvores.⁶²

Como a pluviosidade era reduzida na Mesopotâmia, para o jardim sobreviver era necessário um sistema de irrigação que traria água do Rio de Eufrates. Os jardins tinham um sistema intensivo com rega e drenagens.⁶³ O esquema consistia em erguer-se a água no ar para que assim pudesse fluir abaixo pelos terraços e pudesse molhar as plantas a cada nível. Isto era provavelmente feito por meio de uma "bomba de cadeia."⁶⁴ A piscina ao topo dos jardins poderia ser alcançada através de portões em canais que faziam papel de fluxos artificiais para molhar os jardins. A roda da bomba debaixo foi presa a uma seta e uma manivela. Virando a manivela dava a energia para o aparelho funcionar. A construção do jardim não era complicada só por ser difícil levar água até o topo, mas também porque tinha que evitar que a água a destruísse.

⁶⁰ Calcagnho, A.M., *Architettura del paesaggio Evoluzione Storica*, 1983, p. 31

⁶¹ Jellicoe, G. e S., *The Landscape of Man*, 1996, p.27

⁶² Jellicoe, G. *Ibidem*, p.27

⁶³ Palha P., *Jornada Internacional de Coberturas Ajardinadas*, 2012

⁶⁴ Uma bomba de cadeia consistem em duas rodas grandes, uma sobre a outra, conectada por uma cadeia. Na corrente ficam os baldes amarrados. Debaixo da roda, no fundo de uma piscina está a fonte de água. Como a roda é virada, os baldes imergem na piscina e apanham água. A cadeia os ergue então para a roda superior onde os baldes são inclinados e são esvaziados em uma piscina superior. A cadeia leva então o vazio até ser novamente cheio.

O zigurate de Nanna é dos melhores conservados que ainda existem. Este localiza-se na cidade de Ur. O grande número de construções com jardins em coberturas, pelos antigos povos dessas regiões, deve-se ao seu óptimo desempenho térmico, que em função da camada combinada entre solo e vegetação, em ambientes de climas quentes, impedem a passagem de calor para dentro das edificações e em climas frios retêm por mais tempo o calor dentro das edificações.⁶⁵

Já nesta altura havia uma noção da importância dos jardins na regularização térmica, visto que era uma das principais preocupações destes povos ao construir estes jardins.

Contudo, os jardins sobre cobertura não transpõem as características de grandiosidade nas civilizações mediterrâneas, nomeadamente na grega e na romana, uma vez que estas, ao contrário do sucedido na civilização da Mesopotâmia, desenvolvem-se numa paisagem diversificada, com montes e vales e, onde a abundância de vegetação não constitui uma situação excepcional.⁶⁶ Durante o Império Romano, era comum o cultivo de árvores nas coberturas dos edifícios, como os mausoléus de Augusto e Adriano.⁶⁷

O próximo ponto significativo em jardins de cobertura foram os jardins de cobertura romana de Pompeia. Não se sabe muito sobre eles, mas a erupção do Monte Vesúvio em 79 d.C. deixou quase perfeitamente preservado um edifício com o que nós definimos como terraços Jardim no terraço. O Vila dos Mistérios perto do portão noroeste de Pompeia dispõe de um terraço em forma de “U” ao longo de seu perímetro norte oeste e sul, onde as plantas foram plantadas directamente no solo. O terraço é suportado por uma colunata em todos os três lados. Isto tornou-se um túmulo para aqueles escapar a cinza caindo. Pela escavação cuidadosa incluindo derramando gesso para os espaços da raiz das plantas que foram usados foram identificados.⁶⁸

No séc. IX os Vikings utilizavam na construção das casas, camadas de relvados nas paredes e nos telhados para se protegerem das chuvas e dos ventos.

2.2 Telhados de turfa (Torvtak), Escandinávia – Desde a pré-história

Os noruegueses são referência quando o assunto trata de respeito e boas práticas em relação ao meio ambiente, são considerados os precursores dos atuais jardins em cobertura. Durante centenas de anos, na Noruega, as casas foram cobertas naturalmente por ervas infestantes. Eram chamados de Sod Roofs, Torvtak ou telhados de turfa. Alguns destes telhados possuíam uma grande variedade de espécies de relva, flores, ervas e até mesmo pequenas árvores. Por serem muito pesados,



Figura 9 - Casa com cobertura de turfa – Escandinávia. Fonte: <http://www.amusingplanet.com>

⁶⁵ Osmundson, T., *Roofs gardens: History, Design and Construction*, 1999. p.112

⁶⁶ Costa, L.M.L., *Espaços Verdes Sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética*, 2011, p.7

⁶⁷ Sabbagh C.S., *Telhados Verdes*, Disponível em URL; <http://www.arq.ufsc.br>

⁶⁸ Sabbagh C.S., *Ibidem*

ajudavam a estabilizar a casa. Tinham como principal função o isolamento térmico, protecção da impermeabilização, purificação do ar e integração na paisagem servindo de abrigo e fonte de alimento para animais.⁶⁹

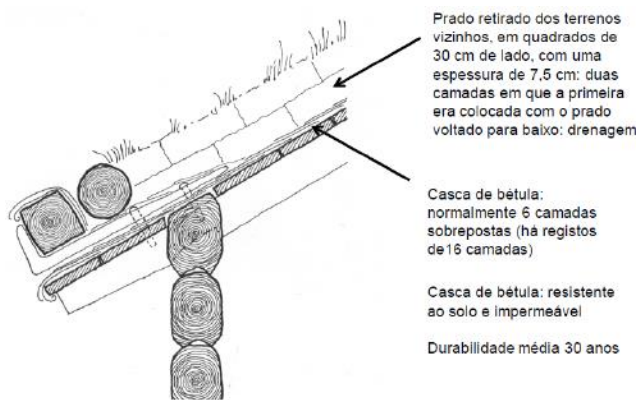


Figura 10 - Esquema do perfil de um telhado de trufa fonte slides Paulo Palha

Estas coberturas surgiram na pré-história como resultado dos materiais de construção que eram utilizados nas casas. A lama e a terra eram os materiais de construção tradicionais nessa região. As casas que eram cobertas com lama começaram a brotar ervas, produzindo o efeito de telhado coberto de prado. A combinação de solo e prado nas coberturas Escandinavas, ajudou a reduzir a perda de calor durante os invernos rigorosos e refrescar no verão.⁷⁰ Tal como

apresentado na figura 10, eram cobertos com casca de bétula que era resistente ao solo e impermeável, sendo constituído por seis ou mais camadas sobrepostas e por fim cobertas por prado.⁷¹ A casca de bétula funcionava como membrana selante, as camadas de gravetos como drenos, e o prado era usado como isolamento para a casa e protecção das outras camadas contra o vento.⁷² Estas coberturas verdes na Noruega são uma tradição e podem ainda hoje ser vistas na Escandinávia.

As “coberturas verdes” começaram a reaparecer como uma alternativa aos materiais modernos. A ideia mais recente de cobertura ajardinada é desenvolvida de forma independente do telhado de turfa, contudo poderia beneficiar da experiência adquirida durante milhares de anos na Escandinávia.⁷³

2.3 Idade média, Renascimento, barroco

No século XVI as praças e os jardins passaram a ter maior importância no espaço urbano. Nessa fase adquiriram valor estético e utilitário, principalmente em Itália, França e Inglaterra, onde se transformaram em elementos fundamentais de composição da cidade renascentista e barroca.⁷⁴ Foi nos séculos XVI e XVII que as coberturas ajardinadas começaram a surgir em algumas cidades francesas até a metade do século XX, tendo passado a ser consideradas inclusive, como uma prática de cultura popular.⁷⁵ O jardim era utilizado essencialmente no verão, sendo um local de encontro social entre políticos e filósofos.⁷⁶ Nesta época os jardins sobre cobertura emergiam em edifícios monumentais, associados a famílias abastadas e a personalidades importantes, uma vez que eram

⁶⁹ Palha P., Jornada Internacional – Coberturas Ajardinadas, 2012

⁷⁰ Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <<http://www.arq.ufsc.br>>

⁷¹ Palha P., Jornada Internacional – Coberturas Ajardinadas, 2012

⁷² Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <<http://www.arq.ufsc.br>>

⁷³ Sod Roof, 2011 disponível em URL: <<http://en.wikipedia.org>>

⁷⁴ Paisagismo, evolução histórica, Disponível em: URL: <<http://www.slideshare.net>>

⁷⁵ Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em: URL: <<http://www.arq.ufsc.br>>

⁷⁶ Jellicoe, G. e S., The Landscape of Man, 1996, p.155.

necessários grandes recursos para a sua construção e manutenção. Destinavam-se a resolver pequenas preocupações formais e estéticas, de enquadramento paisagístico dos edifícios perante situações que, devido ao declive, não era possível a implementação de zonas verdes sobre o solo natural que permitissem satisfazer as características estéticas dos jardins renascentistas.⁷⁷

Na cidade de Génova em Itália, era comum haver nos telhados das casas vegetação implantada. Os jardins eram feitos para dignificar o homem e para serem vividos. As proporções transmitiam a serenidade e a forma era crucial. O jardim era essencialmente constituído por vegetação (flores, ciprestes, bosques de *llex*), sebes talhadas, esculturas, escadarias, pérgolas, água em lagos e em fontes e muros, fundamentais para definir socialcos para uma irrigação mais eficiente.⁷⁸



Figura 11 - Palazzo reale - Genova – Fonte: Fotografia pela Autora

2.4 Modernismo:

Na arquitectura o Modernismo teve início entre finais do século XIX e inícios do século XX. Caracteriza-se pela superação dos modelos da arquitectura eclética e revivalista que denunciavam já a saturação das linguagens históricas.⁷⁹ Contudo, neste período, a arquitectura Paisagista deu continuidade à estética romântica, mesmo sendo os princípios modernistas a rejeição às formas clássicas que ignoravam o conhecimento ecológico, entretanto adquirido. No romantismo contudo, procurava reproduzir-se os cenários naturais que invocavam o “Paraíso perdido” de Milton, enquanto que no modernismo, baseando-se nos fundamentos ecológicos que regem a natureza, ignorava-se o peso simbólico dado pelo romantismo, atribuindo-lhe funções fundamentalmente utilitárias. A função de uso e a função ecológica passaram assim a constituir os dois principais pressupostos da concepção da paisagem, ambos com fortes repercussões na sua forma. As funções de uso são o ponto de partida para chegar à forma.⁸⁰

No início do séc. XX, a Carta de Atenas reforça a noção de urgência na melhoria do ambiente urbano, ditando a teoria para as bases de um urbanismo moderno. Os princípios da Carta de Atenas elegiam como materiais do urbanismo, o sol, a verdura e o espaço. Os novos conceitos permitiram a construção em série, e as novas técnicas de construção, juntamente inovação do elevador, permitiram a construção em altura.⁸¹ Foi o caso do betão que começou a ser utilizado como material estrutural dos edifícios. Revolucionou os sistemas de construção pelas suas características e pelo

⁷⁷ Costa, L.M.L..Espaços Verdes Sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética, 2011, p.9

⁷⁸ Jellicoe, G. e S., The Landscape of Man, 1996, p.155.

⁷⁹ O modernismo. Disponível em: URL: <<http://www.infopedia.pt>>

⁸⁰ Magalhães M. A arquitectura Paisagista - Morfologia e complexidade, 2001, p.108

⁸¹ Magalhães M. Ibidem

seu baixo custo, possibilitando, entre outras vantagens, a construção vertical e a criação de coberturas e telhados planos na grande maioria dos edifícios das zonas urbanas.⁸²

O Arquitecto Le Corbusier foi a partir de 1920, pioneiro na utilização de jardins em cobertura mais sistematicamente, sendo somente dentro do contexto de construções de elite. Frank Lloyd Wright e Le Corbusier, projectavam edifícios com telhados incorporados como espaço funcional. Embora as suas filosofias de arquitectura tenham sido radicalmente diferentes, foram dois dos arquitectos mais influentes do século XX. Estes projectavam edifícios com telhados incorporados como espaço funcional.⁸³

Devido a esta nova visão funcionalista, que focava a objectividade e eficácia do projecto baseando-se na ciência e na razão, houve uma diminuição do estatuto do projecto de arquitectura, acabando com a visão imaginativa, que está na base do processo criativo. A utilização de terraços para zonas ajardinadas começa assim a ter grande utilização, dado as coberturas serem planas e os materiais e as técnicas de construção permitirem maiores sobrecargas e melhores sistemas de impermeabilização.⁸⁴ Há neste período uma crescente preocupação em melhorar a salubridade do espaço e das edificações, fazendo valer as funções benéficas da vegetação no meio urbano que já vinham a ser confirmadas por investigações realizadas desde o séc. XIX.

2.5 Pós-modernismo

No final do século XX, é contestada a prioridade dada à função sobre a forma, defendia pelo modernismo. O pós-modernismo vem defender o inverso constatando a complexidade do mundo actual defendendo assim uma adaptação às circunstâncias que não controla.⁸⁵

Nos anos 60 com o desenvolvimento de várias técnicas de construção de jardins em cobertura, verifica-se uma disposição para reformular a linguagem projectual do modernismo, encontrando novas normas capazes de tornar as intervenções na paisagem mais próximas da realidade quotidiana. Reforça-se assim a ideia do projecto da paisagem como expressão cultural e não como uma simples medida reparadora para a resolução dos problemas.⁸⁶

Apesar de as preocupações com a sustentabilidade já existirem há milhares de anos, é nos anos 70, em parte devido às crises do petróleo e à evolução tecnológica, que se desenvolvem mais profundamente e sistematicamente, estudos e projectos no sentido de se encontrarem soluções que permitam a construção de edifícios, que não impliquem tão elevados custos ambientais.⁸⁷ Nesta década, com o progresso das novas técnicas de construção, foram desenvolvidos vários tipos de materiais drenantes, membranas impermeabilizantes, agentes inibidores de raízes, substratos de baixa densidade.⁸⁸

⁸² Costa, L.M.L., Espaços Verdes Sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética, 2011, p.13

⁸³ Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <http://www.arq.ufsc.br>

⁸⁴ Costa, L.M.L., Espaços Verdes Sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética, 2011, p.16

⁸⁵ Magalhães, M. A arquitectura Paisagista - Morfologia e complexidade, 2001, pp 120 -145

⁸⁶ Costa, L.M.L., Espaços Verdes Sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética, 2011, p.17

⁸⁷ Costa, L.R., Coberturas ajardinadas - Contributos para um urbanismo mais sustentável, 2006, p. 16

⁸⁸ Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <http://www.arq.ufsc.br>

Durante os anos 80, com a comprovação da necessidade da preservação de espaços verdes e abertos nas cidades, a escassez e custos do solo urbano, houve um grande impulso nos projectos de coberturas ajardinadas. Com isto, o crescimento das construções foi de 15% a 20% por ano, com um total de dez milhões de metros quadrados de coberturas ajardinadas na Alemanha em 1996. Este crescimento notório foi estimulado não só por leis municipais, como estaduais e federais que subsidiavam cada metro quadrado de cobertura verde a ser construída.

Actualmente, no desenho de um edifício, para além dos aspectos de índole estética funcional, é necessário ter em conta materiais e soluções que promovam a redução da libertação de Co², dos consumos energéticos e hídricos do edifício, as quantidades de água provenientes do escoamento de águas pluviais, o aproveitamento dos solos de melhor qualidade e, se possível, a garantia da produção de oxigénio, biodiversidade e aumento das zonas verdes de enquadramento e de recreio.

A aplicação de vegetação sobre os edifícios não substitui a conservação e implantação de espaços verdes urbanos permeáveis, pois estes elementos são constituintes de um sistema mais vasto, a Estrutura Ecológica, responsável pela preservação dos ecossistemas fundamentais do território. As coberturas ajardinadas podem ser consideradas como elementos pertencentes à microestrutura verde urbana, tendo um papel específico no contexto da construção de edifícios sustentáveis.⁸⁹

No quadro abaixo é apresentado um resumo das preocupações sustentáveis e estéticas utilizada nas coberturas ao longo dos anos:

	Preocupações Sustentáveis	Estética
600 a.C. e 450 a.C	Regularização térmica	Há uma forte preocupação com a estética
Telhados de turfa desde a pré-história	Principal função de isolamento térmico, protecção da impermeabilização, purificação do ar e integração na paisagem servindo de abrigo e fonte de alimento para animais.	Integração na paisagem
Idade média, Renascimento, barroco	Não aparenta ter	Preocupações formais e estéticas, de enquadramento paisagístico dos edifícios
Modernismo	Uso e a função ecológica passaram a constituir os dois principais pressupostos da concepção da paisagem, ambos com fortes repercussões na sua forma. nova visão funcionalista baseia-se na ciência e na razão, acabando com a visão imaginativa, que está na base do processo criativo.	As funções de uso são o ponto de partida para chegar à forma
Pós-modernismo	Reforça a ideia do projecto da paisagem como expressão cultural e não como uma simples medida reparadora para a resolução dos problemas.	Prioridade da forma sobre a função

Quadro 2 Resumo das preocupações Formais e Sustentáveis ao longo do tempo

⁸⁹ Roldão L.C. Contributos para um urbanismo mais sustentável, 2007, p. 44

2.6 Evolução histórica de Coberturas Ajardinadas em Portugal

Com o objectivo de se obterem cidades mais sustentáveis, as coberturas ajardinadas estão cada vez mais a expandir-se em Portugal. Exemplos como a ETAR de Alcântara, a Gulbenkian ou o Jardim das Oliveiras no Centro Cultural de Belém são projectos bem-sucedidos fornecendo o mote para o caminho a seguir rumo à sustentabilidade.

As coberturas ajardinadas oferecem, em Lisboa, condições excepcionais de grande qualidade estética, devido não só, ao seu terreno irregular, com frequentes pontos de onde se pode ter uma vista panorâmica sobre o rio Tejo ou sobre a própria cidade, e também ao seu clima, com temperaturas amenas por vários meses consecutivos. Para além destes acrescentos estéticos, proporcionam também benefícios energéticos e ambientais.⁹⁰



Figura 12 - Socalcos ajardinados da Quinta Real de Caxias.
Fonte: <<http://4.bp.blogspot.com>>

Edificados no séc. XVIII, são exemplos do barroco português, as coberturas ajardinadas dos socalcos junto à cascata na Quinta real de Caxias, tal como o Jardim suspenso na Quinta real de Queluz. Foram construídos sobre a cobertura de grandes reservatórios de água que fazem parte do sistema de captação e distribuição de água dos jardins. No jardim do século XVIII na quinta Real de Caxias, são notáveis as influências francesas. É constituído por ruas orientadas de acordo com os pontos cardeais, ladeadas por canteiros labirínticos de buxos verdes. No meio de uma linha de galerias com terraços e socalcos ajardinados, encontra-se uma cascata.

Já no século XX, os Arquitectos Paisagistas Viana Barreto, Álvaro Dentinho e Albano Castelo Branco projectaram em conjunto, no fim dos anos 60 em Lisboa, a cobertura ajardinada do Hotel Ritz. Esta evidencia os princípios fundamentais modernistas citados na Carta de Atenas, fomentando a melhoria do ambiente urbano.

No início dos anos 70, é criada a cobertura do parque de estacionamento subterrâneo da Fundação Calouste Gulbenkian projectada pelos Arquitectos Paisagistas Gonçalo Ribeiro Telles e Viana Barreto. Esta, torna-se uma referência na história dos espaços verdes sobre cobertura em Portugal pelo seu desenho ainda hoje actual aliado ao desenho orgânico da natureza. Esta cobertura, projectada tendo em conta seu carácter naturalista em que a componente ecológica está intimamente relacionada com a escolha de vegetação autóctone e a sua disposição. Estes jardins foram

⁹⁰ Costa, L.M.L., Espaços Verdes Sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética, 2011, p.13

projectados de forma a subsistir com reduzidos custos em manutenção sendo portanto bastante sustentáveis. Ainda hoje, os jardins encontram-se em bom estado de conservação.

Durante os anos 80, é projectada pelo Arquitecto Paisagista Manuel Sousa da Câmara, a cobertura do edifício da Portugal Telecom, em Picoas. Esta cobertura, foi projectada em conjunto com as zonas verdes adjacentes ao edifício ao nível do solo, encontrando-se englobado com o espaço em seu redor.⁹¹ Ainda hoje, os jardins são bastante frequentados sem que seja



Figura 13 - Vista de cima do Edifício da Portugal Telecom em Picoas, Lisboa. Fonte: <<http://i225.photobucket.com>>

necessário elevados custos de manutenção, mantendo-se exuberantes e atractivos, com um forte padrão formal que pode ser observado ao mesmo nível ou de pontos superiores de edifícios adjacentes. Estes contêm um bom sistema de drenagem, constituindo um desenho de grande componente sustentável pela implícita preocupação na gestão dos recursos necessários à sua dimensão. Aspectos de ordem ecológica e estética foram determinantes para o estabelecimento de vegetação na cobertura deste edifício, principalmente o papel moderador da temperatura, desempenhado pela vegetação e respectivo substrato, reduzindo bastante os gastos energéticos.⁹²

A cobertura ajardinada que se encontra sobre o parque de estacionamento do Centro Cultural de Belém, é projectado, na década de 90, pelo atelier do Arquitecto Paisagista Francisco Caldeira Cabral. O jardim segue os modelos islâmicos, tendo um padrão ortogonal, e nele, estão embutidos componentes da paisagem tradicional portuguesa. Contudo, as preocupações com a sustentabilidade não são tão evidentes na gestão dos recursos utilizados.

O Jardim Amália Rodrigues localizado a norte do Parque Eduardo VII, numa das áreas mais altas da cidade, possuindo magníficas vistas, foi projectado pelo arquitecto Gonçalo Ribeiro Telles para a CML. O seu relevo e desenho dão-lhe grande diversidade de ambientes. Este terreno norte do



Figura 14 - Entrada do Parque subterrâneo do jardim Amália Rodrigues Fonte: <https://maps.google.pt>

parque Eduardo VII, permaneceu décadas expectante até em 1997 ter sido executado. O jardim faz parte do chamado Corredor Verde de Lisboa, um percurso arborizado para peões e ciclistas que se estende até Monsanto. O chamado "corredor verde de Monsanto

"Idealizado pelo arquitecto nos anos 70, foi

⁹¹ Varela, A.F., A utilização de Revestimentos de Vegetação Intensivos e Extensivos em Projecto de Arquitectura Paisagista, 2011, p. 20

⁹² Varela, A.F., Ibidem, pp. 64-66

criado com o intuito de unir o pulmão de Lisboa ao Parque Eduardo VII, numa extensão de 6,5 km. «Foi o primeiro espaço verde de Lisboa com carácter colectivo e institucional» (Ana Tostões, Monsanto, Parque Eduardo VII, Keil do Amaral, Arquitecto dos Espaços Verdes de Lisboa, p. 9) Fazer penetrar até ao centro da cidade um corredor de vegetação traria resultados bastante benéficos.⁹³ A sua utilidade enquanto passeio público sobrevive pela massa densa de vegetação e pela dimensão, convidando à circulação pedonal e à estadia sendo um espaço de lazer. Do topo da Avenida, a vista sobre a junção cromática entre o azul do Tejo e do céu é singular.⁹⁴ Possui um grande anfiteatro virado para o vale da Avenida da Liberdade e um lago circular, junto do qual se localiza um bar com esplanada. No ponto mais alto do jardim existe um restaurante.⁹⁵ Em 2001 é implantado sob o jardim um parque de estacionamento subterrâneo com capacidade para 400 lugares.



Figura 15 - Vista do Topo do Jardim Fonte: <<http://3.bp.blogspot.com>>

A cobertura ajardinada que se encontra sobre o parque de estacionamento do Centro Cultural de Belém, é projectado, na década de 90, pelo atelier do Arquitecto Paisagista Francisco Caldeira Cabral. O jardim segue os modelos islâmicos, tendo um padrão ortogonal, e nele, estão embutidos componentes da paisagem tradicional portuguesa. Contudo, as preocupações com a sustentabilidade não são tão evidentes na gestão dos recursos utilizados.

A Torre Verde, situada em Lisboa, constitui um exemplo interessante no que se refere a edifícios sustentáveis em Portugal. Tendo sido concluída em 1998, usufrui de uma área ajardinada, localizada no embasamento, que proporciona aos habitantes uma excelente possibilidade de interagirem positivamente, com vistas privilegiadas sobre o Mar da Palha e o Parque das Nações. A ideia da Torre Verde, como o primeiro edifício bioclimático de habitação em altura português, nasceu em 1995, e foi projectada pela arquitecta Livia Tirone, com o objectivo de demonstrar a nível internacional que, mesmo em contextos urbanos de alta densidade, é possível alcançar elevados níveis de conforto durante todo o ano, partindo da eficiência energética e recorrendo a energias renováveis.



Figura 16 - Vista aérea da Torre Verde em Lisboa. Fonte: <<https://maps.google.pt>>

⁹³ Sistemas de informação para o património arquitectónico, Disponível em: URL: <<http://www.monumentos.pt>>

⁹⁴ Skyscrapercity, Disponível em: URL: <<http://www.skyscrapercity.com>>

⁹⁵ Sistemas de informação para o património arquitectónico, Disponível em: URL: <<http://www.monumentos.pt>>

⁹⁶ Paróquias de Portugal., Disponível em: URL: <<http://www.paroquias.org>>

Também em Lisboa, encontra-se, situada na zona urbana do vale de Alcântara, a maior ETAR com cobertura ajardinada do país. Inaugurada em 1989, foi reformulada recentemente pelos arquitectos Frederico Valsassina e Manuel Aires que, associados ao atelier de arquitectura paisagista PROAP, criam um quinto alçado com referências geográficas e históricas de Lisboa, sendo uma das mais modernas estações de tratamentos da Europa. A remodelação da ETAR de Alcântara teve como principal objectivo, aumentar o nível de tratamento dos esgotos e eliminar os maus cheiros que causava um enorme desconforto aos concidadãos de Alcântara, tendo em conta o seu enquadramento paisagístico e a requalificação ambiental da zona.⁹⁷ Analisando o território natural e construído da envolvente, a equipa de arquitectos, recorreu a uma resolução que atenua a intervenção na paisagem, dando ênfase ao vale enquanto sistema natural de drenagem. Restitui-se deste modo, o coberto vegetal que tem vindo progressivamente a ser substituído por vias e infra-estruturas. Assim, com uma extensão de cerca de dois hectares, foi projectada pelo arquitecto João Ferreira Nunes, a cobertura ajardinada sobre a ETAR.⁹⁸ A cobertura vegetal tem a dupla função de proteger o edifício da incidência solar, reduzindo assim o calor na estação de tratamento e a emissão de gases, e garantir a drenagem e escoamento de água da chuva. As plantas inseridas são apropriadas para este tipo de coberturas pois não apresentam raízes profundas, têm alto potencial de absorção de água e resistem bem à insolação. Do ponto de vista estético, a cobertura integra o edifício em torno do Parque de Monsanto, dando ao edifício, o aspecto de colina integrada no vale de Alcântara.⁹⁹ Com o propósito de se assemelhar a um ambiente rural, mas com uma intenção estética e funcional muito precisa, a cobertura foi tratada como uma superfície plana mas cromaticamente descontínua, graças à ocupação em "talhões" rectangulares e à utilização de diferentes espécies de coberto vegetal. Além de favorecer a integração paisagística da infra-estrutura, que integra o sistema de saneamento de águas residuais gerido pela SIMTEJO, e promover a biodiversidade, este "telhado vivo" permite a redução da insolação, a formação de caudais pluviais instantâneos e a melhoria da qualidade do ar.¹⁰⁰ Por tudo isto, em 2012, esta cobertura, foi distinguida pelos Green Project Awards (GPA)¹⁰¹, na categoria "Gestão – Eficiência e Recursos.



Figura 17 - ETAR de Lisboa – Alcântara. Fonte: <<http://lx-projectos.blogspot.pt>>

⁹⁷ Sistema de avaliação de sustentabilidade, Disponível em: URL: <<http://www.lidera.info>>

⁹⁸ Estação de Tratamento de Águas Residuais de Alcântara, Disponível em: URL: <<http://www.lisboaenova.org>>

⁹⁹ Arte, Paisagismo, Natureza e Cidade. Disponível em: URL <<http://www.jardimdecateia.com.b>>

¹⁰⁰ SimTejo. Disponível em : URL: <<http://www.simtejo.pt>>

¹⁰¹ O Green Project Awards (GPA) é uma iniciativa, criada em 2008, pela GCI, Agência Portuguesa para o Ambiente e Quercus, cujo objectivo é reconhecer as boas práticas em projectos que promovam o desenvolvimento sustentável.

3 Benefícios e condicionalismos das coberturas ajardinadas

Se, por um lado, as coberturas ajardinadas nos centros urbanos significam, crescentes benefícios, por outro, há que considerar igualmente os problemas mais correntes nestes tipos de espaços. Contudo, é difícil de encontrar argumentos positivos para telhados inertes. A notável diferença de custos na construção deste em comparação com uma cobertura ajardinada, é um fraco argumento, considerando que é apenas um cálculo a curto prazo. A longo prazo, os custos de manutenção e reparação de coberturas inertes são bastante mais elevados que o de telhados verdes. É importante ter-se em conta que os telhados pertencem às partes mais tensas de um edifício, e que se não forem tomadas as devidas precauções e os produtos não possuírem qualidades, os problemas surgem rapidamente.¹⁰²

3.1 Benefícios

Para além da qualidade cénica que possibilitam ao observador, as coberturas ajardinadas permitem também, uma enorme gama de argumentos para que se fomente a sua construção. A gradual consciência ambiental e as impressionantes vantagens económicas e ecológicas são as forças motoras para o grande sucesso das coberturas ajardinadas. Entre as muitas vantagens dos telhados verdes, destacam-se a protecção da impermeabilização, retenção de água, isolamento térmico, melhoria do ambiente climático, bem como novos habitats naturais da flora e da fauna. Nenhum outro estilo arquitectónico oferece tantos efeitos positivos para os edifícios, habitantes e meio ambiente. Assim, os Telhados Verdes cumprem uma das condições essenciais para que haja desenvolvimento sustentável, havendo uma reconciliação entre economia e ecologia.¹⁰³

Alguns destes benefícios fazem-se sentir directamente no edifício onde se instala a cobertura ajardinada. Contudo, outros, somente se revelam se a extensão das coberturas verdes for em larga escala, abrangendo bairros inteiros ou grandes áreas das cidades. As coberturas ajardinadas não são uma alternativa à perda de espaços verdes existentes nas grandes metrópoles, mas sim como complemento do qual resultam um grande número de benefícios, parte deles comuns às zonas verdes convencionais.

Os benefícios associados a coberturas ajardinadas podem ser de índole urbana, ambiental, estética, social, e económica. Contudo há uma característica base que pode estar presente em todas elas, a sustentabilidade.

3.1.1 Urbanos

- Retenção de águas pluviais

Nos últimos 100 anos, as cidades têm sofrido grandes alterações, tendo aumentado em muito o seu tamanho e originando geralmente um desenvolvimento urbano desordenado. Este excessivo crescimento é largamente prejudicial para o ciclo hidrológico ampliando a área impermeável e desencadeando um aumento do escoamento superficial das águas pluviais. Tudo isto provoca

¹⁰² Palha, P. Jornada Internacional – Coberturas Ajardinadas, 2012

¹⁰³ Global Networking for Green Roofs. Disponível em: URL: <<http://www.igra-world.com>>

impactos no meio ambiente e na população em geral, particularmente nas áreas mais carentes, que não possuem infra-estruturas apropriadas suficientes bem como linhas naturais de drenagem.



Figura 18 - Esquema do ciclo hidrológico afectado por um mau escoamento superficial
 Fonte: <<https://dspace.ist.utl.pt>>

Na procura de soluções sustentáveis para a recuperação do ciclo hidrológico, as coberturas ajardinadas surgem como uma boa proposta para redução do escoamento superficial e eficaz gestão das águas pluviais, prevenindo assim inundações nos centros urbanos.¹⁰⁴ O substrato que assenta sobre a laje de cobertura de um edifício permite obter regimes de drenagem das águas pluviais bastante diferentes dos que se obtém em coberturas inertes.

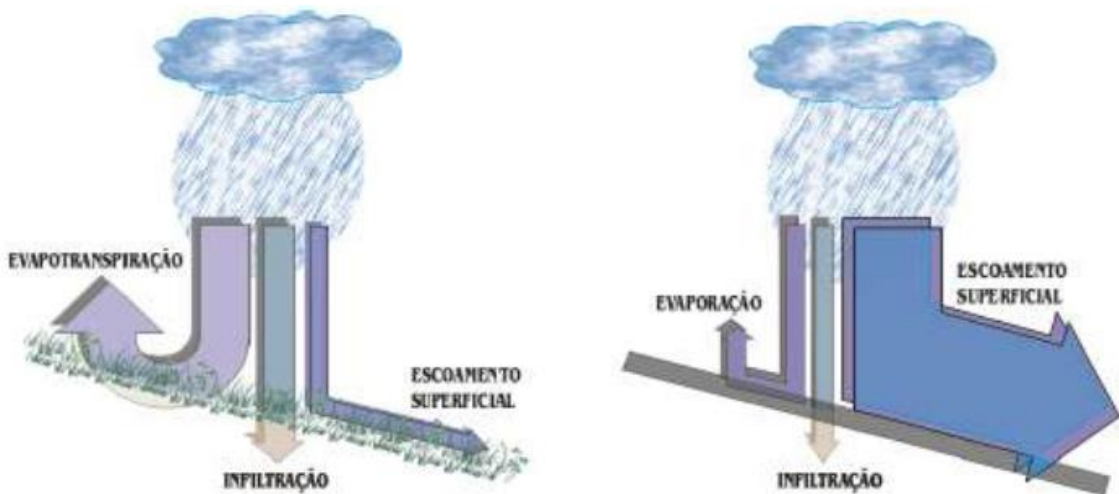


Figura 19 - Comparação entre o escoamento de uma cobertura ajardinada com uma cobertura inerte (Fonte: Laar, 2002)

Em média, 75% da água que cai numa cidade é conduzida directamente para as condutas desaguando nos rios e no mar. Comparativamente apenas 5% da chuva que cai sobre uma área

¹⁰⁴ Araújo, S.R., O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas, 2002, p.50.

vegetalizada é perdida superficialmente.¹⁰⁵ Isto deve-se ao facto de as coberturas ajardinadas terem a capacidade de reter uma fracção das águas pluviais que caem sobre ela. Parte da água da chuva ocupa os espaços intersticiais da camada de solo sendo gradualmente drenada, apenas quando estes estiverem praticamente preenchidos. A restante é absorvida pelas plantas,¹⁰⁶ de onde é posteriormente conduzida para a atmosfera através da evapotranspiração.

Dependendo da sua concepção, as coberturas ajardinadas retêm entre 50 e 90% da água da chuva. A taxa de infiltração e o volume infiltrado depende, entre outros aspectos, das características do substrato como a espessura, da capacidade de campo ou a permeabilidade e estratégias de abrandamento do escoamento superficial, por forma a incentivar a infiltração, como por exemplo a criação de texturas ou a diminuição dos declives.¹⁰⁷

Em situações de baixa precipitação praticamente não se chega a produzir escorrências. Se a precipitação for moderada as escorrências são aproximadamente metade da quantidade de água da chuva. Se a chuva for forte as escorrências podem demorar cerca de uma hora até se verificarem.

As coberturas verdes podem assim contribuir para a redução de escoamento de superfície e carga sobre os sistemas hídricos. Além disso, as coberturas ajardinadas podem também contribuir para o melhoramento da qualidade da água, através da retenção de alguns poluentes no seu substrato. “Os benefícios dos telhados verdes para a gestão de águas pluviais, podem levar a programas de incentivo para Telhados Verdes em várias cidades, tais como, redução de impostos de águas pluviais”.¹⁰⁸

- Níveis de ruído reduzidos

Nas grandes cidades, o ruído é um problema que pode ser combatido com o contributo das coberturas ajardinadas. Estas podem reduzir a reflexão do som em até 30 decibéis e melhorar o isolamento acústico de um telhado em até 80 decibéis consoante a espessura do substrato. Um jardim sobre cobertura com 12cm de substrato pode reduzir, em média, o som em 50 decibéis. Estes benefícios são especificamente úteis para os edifícios que se encontram sob trajectórias de voo ou que contenham fontes muito fortes de ruído. A camada de vegetação intercepta as vibrações sonoras, permitindo a redução da intensidade ou mesmo a anulação de alguns dos ruídos frequentemente presentes nas áreas urbanas.



Figura 20 – Avião a sobrevoar um prédio em Lisboa. Fonte: <<http://www.flickr.com>>

¹⁰⁵ Neoturf. Disponível em: <<http://www.neoturf.pt>>

¹⁰⁶ Palha, P. Internacional – Coberturas Ajardinadas, 2012

¹⁰⁷ Global Networking for Green Roofs. Disponível em: URL: <<http://www.igra-world.com>>

¹⁰⁸ Igra, ibidem

A vegetação tem a capacidade de interceptar vibrações sonoras, o que permite a redução da intensidade ou mesmo a anulação de alguns ruídos tão frequentes nas áreas urbanas.¹⁰⁹ Uma cobertura extensiva pode reduzir o ruído por 40 decibéis, enquanto um intensivo pode reduzir o som por 46-50 decibéis.¹¹⁰

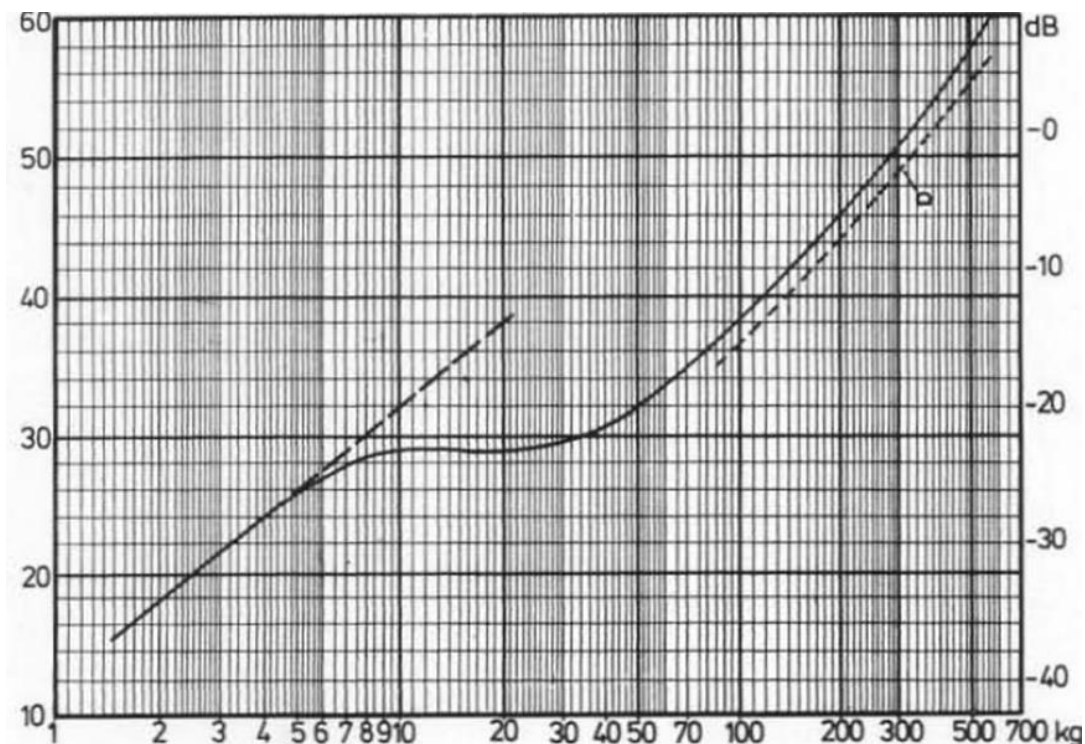


Figura 21 - Dependência da isolamento acústico do ar com o peso das superfícies. Do lado esquerdo encontra-se a medida da absorção do som, à direita é medido o valor de absorção do ar, e em baixo são medidos os valores das superfícies ajardinadas em kg/m². Fonte: Minke. G. Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos, p. 17

3.1.2 Ambientais

- Isolamento Térmico

Um jardim em cobertura pode ser considerado como um isolamento térmico adicional num edifício. Estas reduzem o consumo energético, sendo por isso uma alternativa sustentável perante os telhados convencionais.

Uma cobertura normal, constituída por betão e asfalto, possui um albedo bastante baixo absorvendo a maior parte das radiações solares. Já as coberturas vegetais, têm um albedo elevado, sendo portanto capazes de reflectir mais luz solar. Uma parte da radiação emitida pelo edifício é reflectida pelas folhas e uma outra parte é absorvida. Assim, diminui-se a perda de calor por radiação a partir do edifício

¹⁰⁹ Neoturf. Disponível em: <<http://www.neoturf.pt>>

¹¹⁰ Green Roofs For Healthy cities. Disponível em: URL: <<http://www.greenroofs.org>>

A densa camada de vegetação na cobertura impede que o vento atinja a superfície do substrato. Sendo o movimento praticamente inexistente, a perda de calor devido ao efeito do vento é quase nula. Esta resolução para a poupança de energia, é bastante eficiente particularmente em edifícios antigos, onde geralmente a perda de calor por convecção chega a ser maior do que 50%.¹¹¹

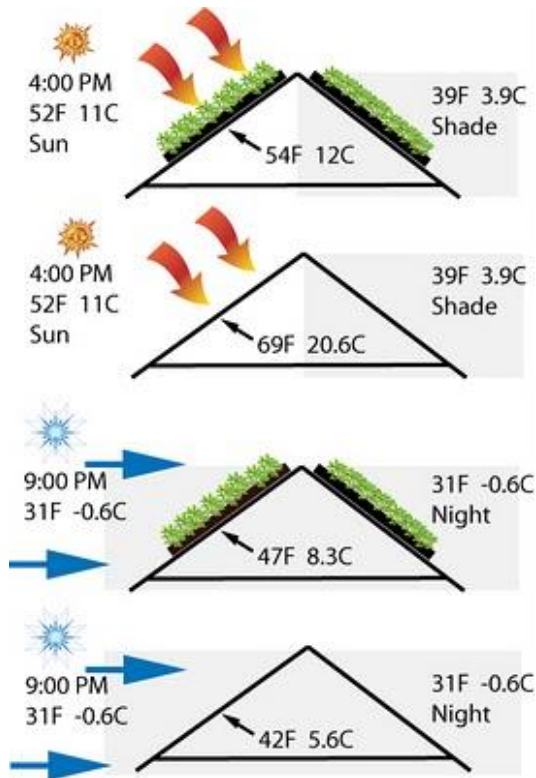


Figura 22 - Esquema representativo da comparação das temperaturas verificadas dentro e fora de um edifício com e sem jardim em cobertura. Fonte: <<http://1.bp.blogspot.com>>

No inverno, a camada de substrato presente nos jardins em cobertura tem a capacidade de armazenar o calor absorvido durante o dia, contribuindo assim para estabilizar a temperatura nos espaços habitacionais. No verão, a humidade que se encontra do solo evapora com a incidência de radiação solar e proporciona um arrefecimento a todos os espaços confinantes. O equivalente passa-se, nas diversas fases do dia. O superaquecimento típico de apartamentos nos pisos superiores no verão pode assim ser evitado, diminuindo o uso de ar condicionado e consumo de energia.¹¹²

Durante a madrugada, quando a temperatura exterior atinge os valores mais baixos, forma-se orvalho sobre a vegetação. Esta formação aumenta a temperatura na camada de vegetação (a condensação de 1 g de água que liberta aproximadamente 530 calorias sob a forma de calor). Assim, através desta, a perda de calor é novamente reduzida.¹¹³

Os efeitos de jardins sobre cobertura, incitam a uma redução de até 15% no consumo anual de energia dos edifícios. Isto deve-se à redução de 80% na carga de refrigeração e aquecimento, resultando no corte dos sistemas de ar condicionado poupando gastos em isolamento térmico.¹¹⁴

- Habitat natural para Animais e Plantas

Nas áreas urbanas, a paisagem impregnada de construção detém diversos efeitos negativos sobre o ecossistema e a urbanização, que se torna cada vez mais insalubre e desprovida de zonas verdes. Os jardins em cobertura criam lugares vivos e vigorosos e conectam refúgios isolados de flora e fauna dentro de centros urbanos estéreis¹¹⁵ Assim, estes contribuem para o aumento da biodiversidade e dos nichos ecológicos, proporcionando uma enorme diversidade de cores, formas e texturas ao longo do ano, e um aumento da diversidade faunística (insectos, aranhas, aves). Deste modo, o equilíbrio ecológico é reconstituído. Isto deve-se aos substratos utilizados na construção das coberturas ajardinadas que têm fertilidade reduzida, dado que o factor preponderante é a

¹¹¹ Minke, G. Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos, 2009, p.17

¹¹² Zinco. Disponível em: URL: <<http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es>>

¹¹³ Minke, G. Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos, 2009, p.17

¹¹⁴ Costa, L.M.L.- Espaços Verdes Sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética, 2011, p,38

¹¹⁵ Global Networking for Green Roofs. Disponível em: URL: <<http://www.igra-world.com>>

percentagem de inertes que garantam a drenagem. Nessas condições assiste-se a um aumento do número de espécies, uma vez que não existem condições suficientes para a proliferação das espécies altamente dominantes, verificando-se uma maior biodiversidade, traduzida num aumento do número de pássaros e insectos. Durante as estações de crescimento, as coberturas ajardinadas oferecem autênticas ilhas ecológicas onde insectos e pássaros podem descansar, alimentar-se e reproduzir-se. Contudo, é importante notar que estas não substituem os jardins convencionais sendo assim um benefício limitado.¹¹⁶

- Efeito ilha de calor urbano

As actividades humanas, em particular a urbanização, conduzem a alterações climáticas, sobretudo à escala local e microescala, resultando normalmente de modificações na cobertura do solo e na composição da atmosfera.¹¹⁷ O efeito “ilha de calor” é o fenómeno que melhor exprime estas alterações climáticas traduzindo-se pela evidência de temperaturas mais elevadas no centro da cidade em comparação com as áreas periféricas menos povoadas. Este fenómeno está relacionado as vastas superfícies de asfalto e com a concentração de edifícios com coberturas em betão, tijolo e pedra, que durante o dia absorvem e retêm a energia térmica do sol, ao invés de reflecti-la, irradiando-a durante a noite e diminuindo portanto a descida das temperaturas nocturnas.^{118 119} Este processo torna os centros urbanos mais quentes em média 4°C, comparativamente com as áreas rurais reduzindo drasticamente a qualidade de vida e a saúde dos habitantes da cidade. As coberturas ajardinadas surgem como uma boa “ferramenta”, contribuindo para um arrefecimento à escala local. Uma extensa rede de jardins em cobertura numa área urbana pode reduzir a temperatura em vários graus, pois as coberturas inertes, fonte de retenção de calor, passam a ser cobertas por um “tapete vegetal” reflexivo, proporcionando também um aumento da evaporação da humidade, que ajuda a arrefecer o ar.

Além de tornar as zonas urbanas mais confortáveis, uma redução da temperatura pode resultar numa redução significativa no consumo de energia, já que não seria necessário recorrer a tanta energia em climatização, e a estrutura das flutuações de temperatura do ar se encontraria protegida. A imagem abaixo mostra as diferenças de temperatura que podem ser causadas pela concentração urbana.

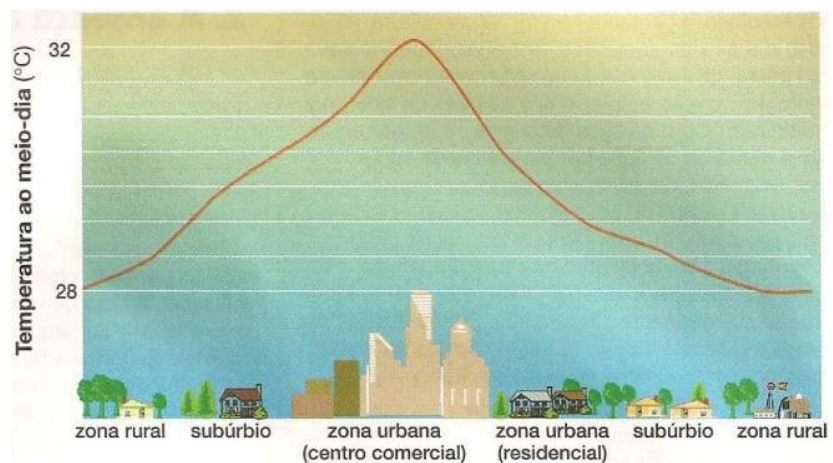


Figura 23 - Esquema de uma ilha de calor. Fonte: <<http://2.bp.blogspot.com>>

¹¹⁶ Neoturf. Disponível em: <<http://www.neoturf.pt>>

¹¹⁷ Balkesta, L.C. Estrutura espaciotemporal da Ilha de Calor Urbano (Porto), 2009

¹¹⁸ Ambiente do século XXI. Disponível em: URL <http://www.superinteressante.pt/i>

¹¹⁹ Joaquim, F.G. Efeito Ilha de Calor na cidade de Lisboa., 2001, p. 22

- Redução dos níveis de poeira e poluição atmosférica

Vários estudos efectuados ao longo dos últimos anos comprovaram que poluição do ar nos centros urbanos cidade pode causar graves efeitos nocivos na saúde dos habitantes. Em particular, óxidos de azoto, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis entre outros, criam combinações perigosas de substâncias tóxicas para os habitantes. Contudo é sabido que as plantas têm a capacidade de melhorar a qualidade do ar reduzindo os poluentes atmosféricos¹²⁰. Este processo faz-se através da filtração de poeiras e partículas de sujidade que aderem à superfície foliar da vegetação. Estas são depois transportadas pela chuva para o solo. Por sua vez, quando na superfície foliar, as plantas absorvem as partículas nocivas que se apresentam em forma de gás e de aerossóis.

No caso dos metais pesados, grandes responsáveis pela poluição nos centros urbanos, as coberturas ajardinadas têm grande importância. Estudos demonstram que essa vegetação pode reter cerca de 95% do cádmio, cobre e chumbo e 16% de zinco que estão presentes na atmosfera. Um metro quadrado de cobertura pode até filtrar cerca de 0,2 kg de pó e partículas de smog¹²¹ por ano.

Uma melhoria da qualidade do ar tem consequências bastante benéficas nas condições de saúde das populações nomeadamente na redução das doenças respiratórias e alérgicas.¹²²

- Aumento dos níveis de oxigénio e diminuição da elevada concentração de dióxido de carbono consequente da combustão fóssil

A vegetação das coberturas ajardinadas produz, como em todas as plantas, Oxigénio a partir do dióxido de carbono. Elas são depositárias de dois quintos de todo o carbono armazenado nos ecossistemas terrestres. A fotossíntese que ocorre nas plantas é responsável pela retenção de carbono atmosférico no material vegetal e, eventualmente, na matéria orgânica no solo. No processo da respiração produz-se dióxido de carbono, e consome-se oxigénio, No entanto, apenas 1/5 a 1/3 das substâncias ganhas na fotossíntese são consumidas novamente. Quanto maior a área de espaços verdes nas cidade, como em coberturas ajardinadas, mais oxigénio será gerado e maior será a quantidade de dióxido de carbono consumido.¹²³ Esta capacidade de retenção e armazenamento do carbono representa um dos pontos importantes no debate no ciclo global do carbono e nos impactes das alterações climáticas, de tal forma que está previsto no Protocolo de Quioto que considera que as fontes e os sumidouros de carbono podem ser contabilizadas para cumprir os objectivos a que os países signatários se comprometem.

¹²⁰ Neoturf. Disponível em: <<http://www.neoturf.pt>>

¹²¹ O termo *smog* resulta da junção de duas palavras inglesas: *smoke* (fumo) e *fog* (nevoeiro) e, tal como o nome indica, é o resultado da mistura de um processo natural (o nevoeiro) com os fumos resultantes da atividade industrial e queima de combustíveis fósseis, originando um tipo de nevoeiro que pode ser altamente tóxico

¹²² Neoturf. Disponível em: <<http://www.neoturf.pt>>

¹²³ Minke, G. Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos, 2009, p.10

- Criação de sinergias

A combinação de dois dos sistemas sustentáveis mais proeminentes, as coberturas ajardinadas e os painéis solares tem despertado bastante interesse na indústria da energia solar. As coberturas planas são um dos melhores locais para se instalar um sistema de energia solar, uma vez que os módulos solares podem ser ajustados para o ângulo e orientação mais conveniente. É uma crença equivocada ter de se decidir entre uma cobertura verde e um sistema solar, quando o objectivo é a sustentabilidade. Pelo



Figura 24 - Disposição dos painéis solares numa cobertura ajardinada.
Fonte: <<http://greentechtown.com>>

contrário, quando se concilia um sistema de energia solar numa cobertura ajardinada são alcançados efeitos de sinergia bastante mais significativos. Um painel solar tem um melhor desempenho sobre uma cobertura ajardinada em comparação com uma cobertura em betão, ou cascalho. Isto deve-se ao facto de o desempenho dos painéis fotovoltaicos depender da temperatura dos mesmos e da temperatura do ambiente circundante. Quanto mais elevadas forem as temperaturas dos painéis, menor será o seu desempenho. De facto, os módulos aquecem consideravelmente devido à exposição solar, sendo este aquecimento bastante mais evidente quando se encontra sobre uma superfície inerte. No entanto, se forem combinados com vegetação, através do efeito de arrefecimento causado pela evaporação ao nível da planta, a temperatura ambiente é mais fria e células fotovoltaicas melhoram o seu desempenho.¹²⁴ O rendimento torna-se a partir dos 25°C, e a cada grau que sobe o rendimento diminui.¹²⁵

A altura dos quadros de base dos painéis solares cria uma distância suficiente entre a camada de substrato e os painéis solares, permitindo às plantas receber luz solar e água da chuva suficientes e permitindo que haja uma manutenção adequada.

- Estabelecimento de uma nova rede de ligação entre as áreas verdes das cidades.

Devido à elevada densidade de construção dos centros urbanos os espaços verdes sobre cobertura constituem um importante componente para a criação de corredores verdes contínuos ou semi-contínuos que contribuam para a sustentabilidade da paisagem. As coberturas dos edifícios com grandes áreas de ocupação são especialmente importantes, na medida em que permitem a implantação de zonas verdes representativas e com elevados níveis de riqueza biológica contribuindo para a biodiversidade e criação de nichos ecológicos.¹²⁶

3.1.3 Estéticos

Quanto às vantagens estéticas, os jardins em cobertura são capazes de melhorar visualmente a qualidade de vida nas cidades sendo capazes de interromper a monotonia do cinza das superfícies inertes. Melhoram assim a imagem do próprio edifício, criam um efeito cénico para áreas circundantes e valorizam da imagem global das cidades. As plantas inseridas na cobertura

¹²⁴ Zinco. Disponível em: URL: <<http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es>>

¹²⁵ Palha, P. Jornada internacional de Coberturas Ajardinadas, 2012

¹²⁶ Green Roofs For Healthy Cities, disponível em URL: <<http://www.greenroofs.org>>.

criam uma mutabilidade da imagem da cobertura ao longo do ano criando um efeito bastante interessante e quebrando a monotonia. Mesmo as coberturas que não possuem acesso, mas são claramente visíveis, contribuem para o efeito terapêutico que as plantas verdes e a natureza provocam nas pessoas que convivem com esses espaços.

Esses efeitos terapêuticos incluem a redução do stress, diminuição da pressão arterial, diminuição da tensão muscular e o aumento dos sentimentos positivos. Não só nas cidades, mas também nas zonas rurais, as coberturas ajardinadas permitem que os edifícios, como os da indústria, combinem harmoniosamente com a paisagem.¹²⁷ Será fácil de entender a profunda alteração que a paisagem sofreria se todas aquelas coberturas, visíveis de uns prédios para outros, começassem a ser ajardinadas. Em vez de se observar o asfalto e as telas de isolamento das coberturas, começaríamos a usufruir de paisagens naturais que nos transmitiriam sensações de conforto.¹²⁸



Figura 25 - Perspectiva de como a cidade de São Paulo poderia ser se os edifícios adoptassem as coberturas ajardinadas. Fonte: <<http://4.bp.blogspot.com>>

3.1.4 Sociais

- Vistas privilegiadas, permitindo o usufruto de pontos de vista privilegiados para os espaços circundantes.
- Novos locais de convívio

Sendo nos dias de hoje, nas cidades, cada vez mais raro existir o sentido de comunidade entre vizinhos, as coberturas ajardinadas quando são acessíveis, oferecem várias possibilidades de uso aos habitantes, representando locais onde as pessoas podem interagir informalmente, fomentando a convivência e cooperação entre vizinhos.

¹²⁷ Global Networking for Green Roofs. Disponível em: URL: <<http://www.igra-world.com>>

¹²⁸ Neoturf. Disponível em: URL <<http://www.neoturf.pt>>

- Incremento das áreas susceptíveis de serem usadas como locais de recreio e lazer nos centros urbanos.

As coberturas ajardinadas podem também ser projectadas para espaços de recreio ativo em áreas urbanizadas onde pouco resta de espaço no solo para espaços verdes. São assim uma alternativa aos espaços verdes convencionais tendo a vantagem do seu acesso poder ser limitado. Alguns destes espaços contém campos de jogos e mesmo campos de golfe e neles decorrem as mais diversas actividades como churrascos, refeições, passeios com cães, etc. Proporcionam reacções psicologicamente positivas, opondo-se à aridez do asfalto e do betão, aumentando o senso de comunidade.¹²⁹

- Expansão de espaços verdes a áreas em altitude

Os jardins em cobertura, quando projectadas para espaços recreativos e de lazer, possibilitam a existência de locais ao ar livre, em plenos centros urbanos, mas mais resguardados, e com menores índices de poluição sonora. Pelos facto de o seu acesso ser limitado, conferem uma maior privacidade e segurança aos habitantes, evitando o vandalismo, assaltos e outros problemas sociais que existem nos parques e jardins públicos.

- Contribuição para o bem-estar

As plantas e a natureza têm a capacidade de provocar um efeito terapêutico nas pessoas que contactam com esses espaços. Não são só as pessoas que frequentam a cobertura como as coberturas que não possuem acesso mas são claramente visíveis, contribuem para a criação de um bem estar nas pessoas. Esses efeitos terapêuticos incluem a redução do stress, diminuição da pressão arterial, diminuição da tensão muscular e o aumento dos sentimentos positivos. Os benefícios psicológicos provenientes do contacto dos habitantes com a variedade de sons, cheiros, cores proporcionados pelas plantas dos jardins são inquantificáveis no bem-estar de uma população sufocada numa cidade densamente construída.¹³⁰ Quando aplicados em edifícios empresariais, têm a capacidade de criar bem estar aos trabalhadores nas suas pausas, e conferir bem-estar e team-building na empresa. Contribuem também para um maior contacto entre crianças e natureza.

3.1.5 Económicos

Muitos dos benefícios observados anteriormente (urbanos, ambientais, estéticos e sociais) desencadeiam benefícios económicos para diferentes entidades como as câmaras, população, residentes, ou estado, visando assim uma contribuição para a sustentabilidade económica da população.

- Ampliação do período de vida das coberturas

Estudos feitos na Europa demonstram que as coberturas ajardinadas duplicam a esperança de vida das membranas das coberturas.¹³¹ Num telhado inerte, a expectativa de vida está entre 15 a 25 anos. Isto deve-se ao stress químico, físico e biológico que actua constantemente sobre a

¹²⁹ Neoturf. Disponível em: URL: <<http://www.neoturf.pt>>

¹³⁰ Green Roofs For Healthy Cities, disponível em URL: <<http://www.greenroofs.org>>.

¹³¹ Neoturf. Disponível em: URL: <<http://www.neoturf.pt>>

superfície de um telhado impermeabilizado ao longo do tempo. Durante o ano, a variação de temperatura pode chegar a ser superior a 100 °C, e 60 °C num período de 24 horas. Ráeios de ozono e radiações UV aceleram o processo de envelhecimento da impermeabilização, provocando a sua contracção e originado fissuras. Se as coberturas dos edifícios estiverem revestidas com vegetação, a radiação solar ao incidir sobre as plantas e terra, induz um processo de evaporação que contribui para um arrefecimento da temperatura à escala local. Assim, numa cobertura com vegetação as temperaturas não são tão elevadas ao longo do dia, pois fornecem uma camada protectora para a impermeabilização. Esta camada de impede que haja grandes oscilações de temperatura durante o ano, não ultrapassando a variação de temperatura de, 35 ° C durante o ano e 15 ° C durante um dia. Além disso, o telhado verde cria uma camada de protecção para a impermeabilização em caso de danos mecânicos como granizo, vento, vandalismo e fogos-de-artifício. 20 cm de substrato com 20 a 40 cm de vegetação é equivalente ao isolamento da cobertura com 15 cm de lã mineral.¹³²

O Edifício Derry and Toms, situado no centro de Londres, é um bom exemplo da durabilidade que as coberturas ajardinadas podem oferecer. Este mantém uma espectacular cobertura ajardinada desde 1938 com uma membrana ainda em bom estado.¹³³



Figura 26 – Jardim sobre o telhado do edifício Derry & Toms em Kensington High Street, Londres, <Fonte: <http://www.neoturf.org.uk>>

- Redução dos custos respeitantes ao conforto térmico do edifício

Uma das mais importantes vantagens económicas, sendo um dos argumentos mais fortes para a execução de uma cobertura ajardinada, é o grande aumento de eficiência energética que estas conferem aos edifícios, diminuindo em 90% a acção térmica dos raios solares incidentes. Assim, quando a temperatura exterior está entre os 25 e 30°, no interior do edifício as temperaturas apresentam menos 3 ou 4° C. A cada redução de 0,5° C na temperatura interior do edifício, o consumo de energia, em ar condicionado, reduzir-se-á em mais de 8%. A Environment Canada mostrou que num edifício de escritórios em Toronto, no Canadá, após a instalação de uma cobertura ajardinada com 10 cm de espessura de substrato, diminuiu-se em 25% a necessidade de uso de ar condicionado durante o Verão. Esta poupança de energia á também verificada no Inverno. Os edifícios que possuem coberturas ajardinadas, através da sua característica isolante, diminuem consideravelmente as perdas de calor, dependendo da espessura do substrato.¹³⁴

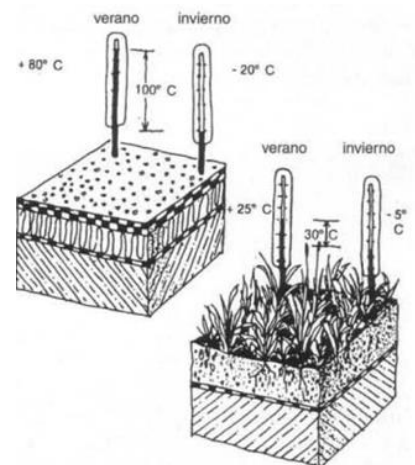


Figura 27 – Variações máximas de temperatura em telhados. Fonte: Minke, G. Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos, p.16

¹³² Global Networking for Green Roofs. Disponível em: URL: <<http://www.igra-world.com>>

¹³³ Neoturf. Disponível em: URL: <<http://www.neoturf.pt>>

¹³⁴ Neoturf, ibidem

- Oportunidade de melhor comercialização e maior valia dos edifícios em questão

Sendo o telhado parte da propriedade do edifício, o proprietário pode economizar custos de compra de terras adicional ao nível do solo. Uma vista deslumbrante, ar fresco, e privacidade também estão incluídos no preço dos andares, podendo estes aumentar consideravelmente.

- Existência, nalguns países, de incentivos de ordem económica à implementação de áreas verdes sobre cobertura

Os benefícios dos jardins em cobertura na gestão de águas pluviais podem levar a programas de incentivo para Telhados Verdes em várias cidades, tais como, redução de impostos de águas pluviais .

- Aumento da produção de produtos alimentares

Existe uma preocupação crescente com a qualidade dos alimentos e a forma como são produzidos. Uma das questões levantadas é o custo energético e a poluição causada pelo transporte a longas distâncias deste tipo de produtos. As coberturas oferecem assim uma excelente oportunidade para a produção de vegetais e outros alimentos. Em alguns Países como Haiti, Colômbia, Tailândia e Rússia, as coberturas têm sido utilizadas para a produção de produtos comercializáveis em mercados tais como frutos, vegetais e até orquídeas.

Uma simulação feita em Toronto prevê a produção de 4.7 milhões de kg de plantas hortícolas/ano, se 6% da sua área total for ocupada por coberturas ajardinadas e hortícolas, com uma espessura de 15 cm, nos próximos 8 anos. Vai possibilitar também a criação directa e indirecta de emprego, 1350 pessoas/ano.¹³⁵

3.2 Condicionantes / Implicações

Para além dos inúmeros benefícios que as coberturas ajardinadas nos trazem, existem também algumas condicionantes e limitações técnicas.

Ao nível da impermeabilização e drenagem, por exemplo, existem certas limitações. É necessária a utilização de camadas adicionais como camadas filtrantes, drenantes, revestimento de impermeabilização e sua protecção, o que provoca um aumento dos custos de implementação.

Estes jardins apesar dos seus benefícios ambientais, não devem ser vistos como uma alternativa à Estrutura Ecológica, responsável pela preservação dos ecossistemas do território, devendo apenas ser considerados como micro elementos pertencentes à estrutura verde urbana. Assim, uma cobertura ajardinada é uma solução viável de integração de áreas verdes nas cidades, promovendo o contacto do ser humano com a Natureza, e não podem nem devem, ser encarados como uma forma de substituição dos espaços verdes urbanos permeáveis.

Ao nível económico existem também algumas condicionantes pois a construção de uma cobertura ajardinada é mais dispendiosa que a de um telhado convencional. São os custos de um jardim construído sobre uma laje mais o redimensionamento desta laje. Isto vai aumentar em muito os

¹³⁵ The New York Times, From roof to table, disponível em URL: <[http:// www.nytimes.com](http://www.nytimes.com)>

custos da obra, podendo até custar o dobro. Contudo, o que se economiza permite recuperar o custo adicional, num período razoável de tempo.

Uma cobertura ajardinada não permite que se complete os ciclos naturais, em particular, o ciclo da água. Isto deve-se ao facto de ser construído sobre uma laje, interrompendo o solo naquele que é o seu comportamento natural permeável. É necessário haja nas cidades um sistema natural a funcionar com circulação de água, ligação ao solo e ao subsolo.¹³⁶

4 Tipologias e Características Estruturais

Jardins em cobertura são todos os jardins implantados, quer a nível do solo, abaixo, ou acima deste, desde que, separadas do solo natural por uma estrutura artificial.¹³⁷ Mesmo tentando que se assemelhem o mais possível às características naturais de um jardim, têm inevitavelmente um carácter artificial e antropogénico. Contudo, para que a recriação da Natureza tenha êxito, devem ser asseguradas as condições mínimas para a fixação e posterior desenvolvimento de vegetação, tal como garantir a protecção do edifício sobre o qual se pretende implantar a área verde.

Existem diversas tipologias de coberturas ajardinadas estando diferentes funções associadas a cada uma delas. Podem ser definidos como acessíveis ou inacessíveis. Os acessíveis são caracterizados por uma área aberta ao uso de pessoas, como um jardim suspenso ou um terraço, proporcionando benefícios sociais aos seus usuários e agregando valor comercial ao edifício. Os inacessíveis não permitem a circulação de pessoas, e podem ser planos, curvos e com inclinações acentuadas.

A altura das coberturas ajardinadas pode variar, variando também relativamente à facilidade de acesso pelo peão.

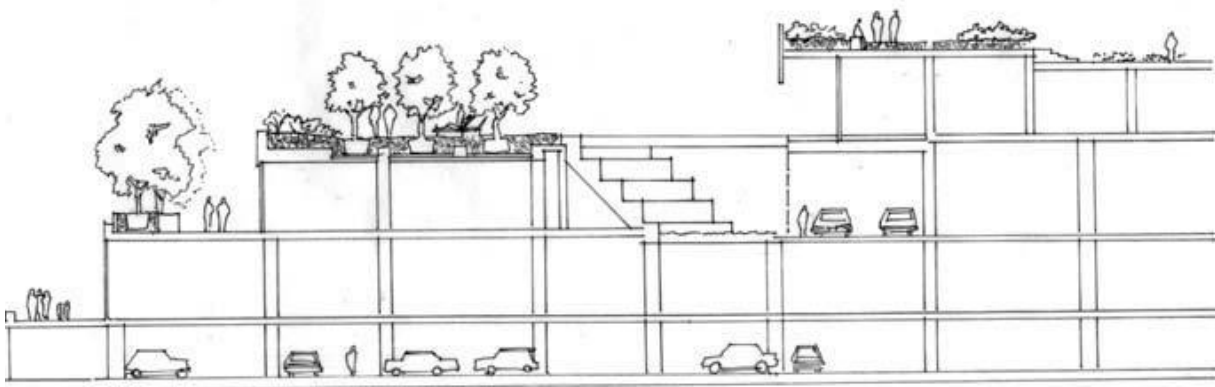


Figura 28 - Esquema de coberturas ajardinadas aos vários níveis a que podem existir. Fonte: Green Roof Systems - A Guide to the Planning, Design, and Construction of Landscapes over Structure Susan K. Weiler Katrin Scholz-Barth p.86

Os jardins em cobertura de edifícios favorecem apenas um número restrito de pessoas que podem aceder a estes espaços. Dependendo da altura acima do nível da rua, vários tipos de grades

¹³⁶ Ribeiro Telles in Público, 2011

¹³⁷ Martins, Inês C. S., Casas Ecológicas, 2008, p. 30

de segurança, muros ou outras formas de protecção física ou psicológica podem ser necessárias para a segurança dos utilizadores.

Os que se encontram ligeiramente acima do nível rua, permitem um acesso mais facilitado às pessoas, e podem nem precisar de degraus ou rampas de acesso. Embora associados a cotas elevadas, os jardins sobre cobertura podem ser aplicados a situações tais como

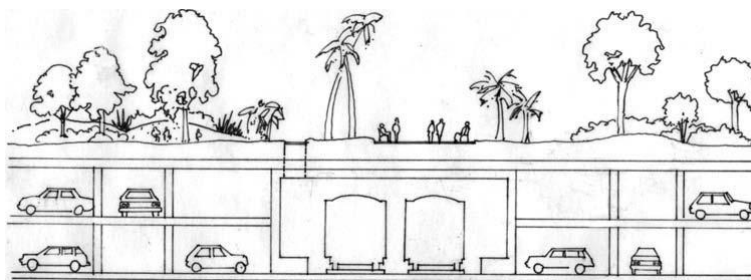


Figura 29 - Esquema de coberturas ajardinadas ao nível do solo, sobre parques de estacionamento subterrâneos. Fonte Green Roof Systems - A Guide to the Planning, Design, and Construction of Landscapes over Structure Susan K. Weiler Katrin Scholz-Barthp p.84

coberturas de parques de estacionamento ou a grandes contentores em praças urbanas.¹³⁸ Nos centros urbanos é cada vez mais frequente remeter para o subsolo a crescente e progressivamente mais complexa rede de infra-estruturas urbana, como as redes de abastecimento de energia, água ou recolha de águas e resíduos, rede viária de atravessamento urbano ou de acesso a equipamentos, parques de estacionamento, entre outros. Surgem assim, consecutivamente, áreas ajardinadas implementadas sobre essas construções que, pelo facto de se situarem ao nível do solo, são consideradas como jardins “tradicionais” pela maioria das pessoas.¹³⁹ A existência de um jardim na cobertura de um parque de estacionamento subterrâneo faz com que este possa durar até 5 anos mais sem problemas de humidade.¹⁴⁰

Embora menos corrente, surgem igualmente áreas verdes sobre cobertura situadas a um nível inferior ao do solo. De um modo geral encontram-se integradas em edifícios que, pela sua arquitectura, suscitaram um rebaixamento dos níveis do terreno.

Os jardins em cobertura podem ser divididos consoante a sua utilidade em dois grupos, Intensivo e extensivo. Estas categorias são normalmente usadas para expressar diferentes intenções, métodos construtivos, materiais utilizados e aplicações das coberturas verdes.¹⁴¹ A frequência da manutenção, irrigação, fertilização e poda de raízes dependerá das espécies escolhidas no projecto e dos objectivos do mesmo.¹⁴²

4.1 Carácter Intensivo

As coberturas ajardinadas de carácter intensivo são as que mais usualmente são chamadas de jardins suspensos. Este tipo de coberturas têm custos mais elevados de instalação e são geralmente acessíveis para lazer,¹⁴³ apresentando condições de distribuição e aproveitamento comparadas às de qualquer jardim ao ar livre.

¹³⁸ Johnston, J., Building green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements, 2004, p. 53

¹³⁹ Silva, S - Abordagem ao projecto em zonas verdes sobre cobertura, 2002, p. 6

¹⁴⁰ Fernandez, Artur - Jornada Internacional – Coberturas Ajardinadas, 2012

¹⁴¹ Johnston, J., Building green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements, 2004, p. 54

¹⁴² Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <<http://www.arq.ufsc.br>>

¹⁴³ Neoturf. Disponível em: URL <<http://www.neoturf.pt>>

Requerem uma administração intensiva e constante, necessitando de cuidados posteriores à sua implementação, como rega, uso de fertilizantes, poda, entre outros. Normalmente necessitam de uma camada de solo com 200mm ou mais, de acordo com as necessidades das plantas. Nesta tipologia podem ser plantadas desde pequenas plantas até arbustos e árvores médio porte, que para o seu desenvolvimento exigem um ambiente bastante complexo, mas que permitem uma grande diversidade de vegetação e habitats.¹⁴⁴ Devido a grande superfície de evaporação das plantas, as coberturas intensivas requerem grande quantidade de água. Por esta razão necessitam de uma estrutura reforçada e com as cargas bem distribuídas que suportem os esforços suplementares promovidos pelas plantas, pelo solo e pela água.¹⁴⁵¹⁴⁶ Hoje em dia porém, existem substratos mais leves que minimizam a carga sobre o edifício. Estes apresentam uma grande capacidade de isolamento protegendo inclusive a impermeabilização de forma duradoura, formando uma camada térmica adicional face aos efeitos prejudiciais externos, com a vantagem adicional de um belo efeito paisagístico.¹⁴⁷



Figura 30 - Cobertura intensiva em Toronto projetada por arquitetos de diamante Schmitt, One Cole condomínios Sky Park. Fonte: <<http://www.constructioncanada.net>>

As coberturas intensivas mais simples são caracterizadas por relvados e outras herbáceas ou arbustos de cobertura de solo. Mesmo estas opções requerem uma manutenção regular. Neste tipo de instalação são utilizados perfis de substrato com menores dimensões, sendo também menores os custos de instalação. São coberturas preparadas para ter acesso e utilização mas, normalmente, são executadas como uma paisagem para se observar do interior do edifício.¹⁴⁸ Passeios, bancos, pátios, *playgrounds* ou até mesmo lagos podem ser estabelecidos como característica adicional na cobertura. Não existem limitações no *design*.

O edifício da Portugal Telecom, já referido anteriormente, é um bom exemplo de um jardim em cobertura intensivo em Portugal projectado em conjunto com as zonas verdes envolventes ao edifício ao nível do solo. Com uma solução adoptada para um eficiente sistema de drenagem, constituindo um desenho de grande componente sustentável pela implícita preocupação na gestão dos recursos necessários à sua dimensão. O seu padrão formal pode ser observado ao mesmo nível ou de pontos superiores nos edifícios adjacentes. Apesar de ter acesso restrito, o jardim é ainda hoje bastante frequentado.

¹⁴⁴ Heneine, M.C.A.S., Cobertura Verde, 2008, p. 33

¹⁴⁵ Johnston, J., Building green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements, 2004, p. 54

¹⁴⁶ Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <<http://www.arq.ufsc.br>>

¹⁴⁷ Heneine, M.C.A.S., Cobertura Verde, 2008, p. 33

¹⁴⁸ Neoturff. Disponível em: URL: <<http://www.neoturff.pt>>

4.2 Carácter Extensivo



Os jardins sobre cobertura de carácter extensivo são concebidos principalmente por razões ecológicas e estéticas. O principal propósito é a criação de um espaço verde no qual a implementação de vegetação contribua para a melhoria do ambiente urbano. Assim, a sua grande intenção é serem sustentáveis, não requerendo grandes quantidades de água, podendo até por vezes nem necessitar de irrigação e de sistema de drenagem, fertilizantes, e manutenção, apenas o indispensável pois nenhum jardim sobre cobertura pode verdadeiramente ser auto-sustentável.¹⁴⁹ Geralmente não são acessíveis para recreio e lazer.

Projectadas, geralmente para não serem utilizadas e como tal isoladas das pessoas, podem ser habitats imperturbáveis para plantas, aves e insectos¹⁵⁰

O perfil das camadas de solo deste tipo de coberturas varia geralmente entre 60 e 200mm de profundidade, reduzindo forma considerável o acréscimo de carga que este tipo de cobertura implica no edifício. São relativamente leves e portanto encontram-se geralmente dentro do normal da capacidade de carga suportada pelas estruturas dos edifícios mais modernos. Podem frequentemente ser instaladas em edifícios já existentes ou em edifícios que suportem pequenas cargas.

As espécies instaladas neste tipo de cobertura são de pequeno porte, como as autóctones, por resistirem a pouca ou nenhuma manutenção. Os custos de instalação e de manutenção são bastante mais reduzidos que uma cobertura intensiva, mesmo a mais simples. Há apenas uma maior preocupação com irrigação e fertilização até as plantas se estabelecerem, sendo realizadas apenas as manutenções necessárias para a funcionalidade da cobertura.¹⁵¹ ¹⁵² A camada de substrato mineral contém pequenos nutrientes, não muito profundos, mas adequados para menos exigência e plantas de baixo crescimento. Factores adicionais como o Sol, o vento e a seca criam uma elevada tensão nas plantas de cobertura. Assim as plantas instaladas neste tipo de coberturas são geralmente tolerantes à seca, e visivelmente adaptadas para extremos naturais das condições locais. Empregam-se normalmente plantas capazes de se adaptarem de forma satisfatória a secas extremas, como por exemplo de tipo herbáceas aromáticas e combinações de gramíneas.¹⁵³ Segundo

¹⁴⁹ Johnston, J., Building green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements, 2004, p. 53

¹⁵⁰ Neoturf. Disponível em: URL <<http://www.neoturf.pt>>

¹⁵¹ Neoturf, ibidem

¹⁵² Sabbagh C.S., Telhados Verdes, Disponível em URL: <<http://www.arq.ufsc.br>>

¹⁵³ Heneine, M.C.A.S., Cobertura Verde, 2008, p. 34

M. Magalhães, “A utilização de vegetação espontânea tem por objectivo a garantia da resiliência do espaço e da redução de custos de manutenção, e ainda, a integração da obra na paisagem.”¹⁵⁴

Estes jardins contribuem deste modo para a melhoria do ambiente urbano não só pela acção directa das espécies vegetais no ambiente, como o incremento dos níveis de O₂ no ar, absorção de CO₂, filtragem de pó e outras partículas gasosas, entre outros, como pela acção indirecta, sendo esta a maior retenção das águas das chuvas, contribuição para a melhoria do clima local, maior controlo de temperatura interna dos edifícios e consequente redução dos gastos energéticos.¹⁵⁵

Em Lisboa um excelente exemplo deste tipo de jardins é a ETAR do vale de Alcântara distinguida pelos Green Project Awards (GPA), na categoria “Gestão – Eficiência e Recursos, referida também anteriormente. Tem em conta o enquadramento paisagístico e a requalificação ambiental da zona atenuando a intervenção na paisagem e com a dupla função de proteger o edifício da incidência solar, a emissão de gases, e garantindo a drenagem e escoamento de água da chuva. As plantas inseridas não apresentam raízes profundas, têm alto potencial de absorção de água e resistem bem à insolação. Esteticamente, a cobertura integra o edifício em torno do Parque de Monsanto, dando ao edifício, o aspecto de colina integrado no vale de Alcântara com o propósito de se assemelhar a um ambiente rural. Além de favorecer a integração paisagística da infra-estrutura, que integra o sistema de saneamento de águas residuais gerido pela SIMTEJO, e promover a biodiversidade, este “telhado vivo” permite a redução da insolação, a formação de caudais pluviais instantâneos e a melhoria da qualidade do ar. Em 2012, esta cobertura, foi distinguida pelos Green Project Awards (GPA), na categoria “Gestão – Eficiência e Recursos.

4.3 Carácter semi-intensivo

Um outro conceito mais recente tem vindo a ser desenvolvido, são as coberturas ajardinadas de carácter semi-intensivo. Uma cobertura ajardinada deste tipo encontra-se entre o sistema extensivo e o intensivo em termos de necessidade de manutenção. Esta necessita de mais manutenção, um maior custo e possui também mais peso que uma cobertura ajardinada extensiva. Neste tipo de coberturas a ecologia é respeitada, sendo utilizados perfis de substrato leves entre 12 a 25cm que permitem uma mais vasta escolha de espécies a utilizar. A profundidade do nível de substrato permite mais possibilidades de design, permitindo a possibilidade de inserir uma maior variedade de gramíneas, herbáceas perenes e arbustos. Contudo não é vulgar existirem arbustos maiores ou e árvores devido ao seu peso e necessidade uma maior profundidade do perfil do solo¹⁵⁶



Figura 31 - Jardim de Carácter Extensivo - Beare Parque em Sydney. Fonte: <<http://www.fytogreen.com.au>>

¹⁵⁴ Magalhaes, M., A arquitectura Paisagista - Morfologia e complexidade, 2001, p.124

¹⁵⁵ Silva, S. Abordagem ao projecto em zonas verdes sobre cobertura, 2002, p. 29

¹⁵⁶ Heneine, M.C.A.S., Cobertura Verde, 2008, p. 34

Este conceito permite mostrar que uma cobertura ecológica extensiva pode ter também a componente das coberturas intensivas de poder ser visitável e utilizável, desde que projectadas para tal.¹⁵⁷ Assim, estas têm a mesma filosofia de pouca produção de uma cobertura extensiva, usando substratos de pouco peso e uma moderna tecnologia de construção.

4.4 Coberturas para biodiversidade - Brown Roofs:

Existem ainda outras subclassificações de espaços verdes sobre cobertura como os Brown roofs ou Coberturas para biodiversidade. Este novo conceito em desenvolvimento refere-se a coberturas que foram cobertas com substrato, mas em que nenhum material vegetal foi propositadamente instalado. Apenas se cria o espaço para que a biodiversidade espontânea vá ocupando os seus espaços.¹⁵⁸



Figura 32 - Exemplo de uma cobertura para biodiversidade. Fonte: <<http://blogs.reading.ac.uk>>

4.5 Considerações a ter na escolha do tipo de cobertura a implementar

Como ocorre na maioria dos casos, os arquitectos paisagistas não definem o local escolhido para a implementação do projecto. Sendo um caso de um projecto de uma cobertura ajardinada, o jardim pode ser incluído como parte de um novo edifício, tendo a sua localização sido determinada pelo cliente ou pelo arquitecto sem que o arquitecto paisagista tenha sido consultado. Noutros casos o jardim é instalado num edifício já existente, limitando as opções sobre as cargas, o tamanho, as vistas, o clima, o acesso e outras.

Por nos encontrarmos numa situação em que as mudanças ambientais e económicas são cada vez mais evidentes, num projecto é muito importante a escolha que efectuamos ao nível da construção. A construção de raiz, ou renovação do edifício existente de forma a torna-lo energeticamente eficiente. A tomada de decisões no início do projecto pode ajudar a produzir resultados significativos no uso eficiente de energia, água, materiais e terra no final do projecto.

O sítio definido para um projecto de uma cobertura ajardinada tem um papel essencial no seu sucesso ou fracasso, ou seja, devem ser tidas em conta tanto as necessidades das plantas como das pessoas que vão usufruir do espaço tal como em qualquer projecto paisagístico. Um bom local será à partida um apelo para os visitantes e propício ao bom desenvolvimento das plantas, enquanto um local pobre, pode desencorajar os visitantes e as plantas de se desenvolverem eficazmente, necessitando de uma manutenção acrescida.

As necessidades dos utilizadores do espaço e do uso que lhe pretendem dar, vão obviamente influenciar as escolhas do design e formas a aplicar no projecto. Contudo é importante balançar e as necessidades dos utilizadores com as considerações do local. Assim sendo o Arquitecto Paisagista

¹⁵⁷ Neoturf. Disponível em: URL <<http://www.neoturf.pt>>

¹⁵⁸ Neoturf, ibidem

deve ponderar e determinar o quão apropriado é o local e como deverão ser tratadas as suas características de modo a tornar o jardim viável para os visitantes e para as plantas¹⁵⁹

Quando se pretende criar um jardim em cobertura existem duas opções principais, a de criar um jardim em cobertura para vivência e portanto acessível, ou de criar um tranquilo habitat para a flora e fauna dentro dos cinzentos centros urbanos, impondo menos restrições no local e design, e focando-se principalmente no bem-estar das



Figura 33 - High Line em Nova Iorque - Jardim bastante frequentado por cidadãos de Nova Iorque. Fonte: <<http://www.viagemparanovayork.com.br>>

plantações. Ambas as variações fornecem uma ampla gama de benefícios privados e públicos. É essencial decidir-se em qual utilização focar. Deve obviamente ser ponderado o máximo de capacidade de carga que o edifício pode suportar, a manutenção que se pretende dar, selecção de plantas, substratos e orçamento mais correspondente com a cobertura verde desejada.¹⁶⁰

Um local que se destina a ser experimentado directamente pelos visitantes deve atender às suas necessidades, bem como as necessidades da paisagem. O grau de utilização pode variar, dependendo se o jardim é público ou privado.

Um jardim público deve ser facilmente acessível, pois recebe uma vasta gama de usuários, desde crianças a idosos, incluindo carrinhos, cadeiras de rodas e equipamentos. Quando o jardim não se encontra ao nível do solo, devem ser implementadas características de segurança adicionais para evitar danos. A protecção contra o crime é outra consideração num jardim público, pois é importante que os visitantes se sintam seguros, e é importante também para a preservação do jardim. Para incentivar o seu uso frequente, devem ser tomados cuidados para reduzir os factores climáticos que desencorajam os visitantes. O espaço deve ser suficientemente grande para permitir a circulação fácil e deverá providir de espaços confortáveis para se estar. A estrutura deve ser suficientemente forte para suportar o peso de grandes grupos de visitantes, pois o uso elevado conduzirá a uma maior manutenção. A separação de usos é outra consideração importante a ter. O jardim deve ser localizado de modo a não interferir com as actividades principais do lugar, sejam elas relacionados com negócios, como um espaço de escritório ou de descanso, como um hotel.¹⁶¹

Acima foram mostradas diferenças entre os diferentes tipos de coberturas ajardinadas, as quais variam na sua aparência visual e na manutenção que cada uma requer. No entanto essa divisão existe também por causa do peso global que cada uma exerce. Estes critérios são também cruciais na escolha da cobertura a implementar.¹⁶² A escolha, de qual tipo de cobertura viável está assim directamente ligada com a capacidade de suportar carga da estrutura de cobertura da

¹⁵⁹ Osmundson, T., *Roofs gardens: History, Desing and Construction*, 1999. p.112

¹⁶⁰ Heneine, M.C.A.S., *Cobertura Verde*, 2008, p. 36

¹⁶¹ Osmundson, T., *Roofs gardens: History, Desing and Construction*, 1999. pp.140 - 142

¹⁶² Heneine, M.C.A.S., *Cobertura Verde*, 2008, p. 42

edificação. As coberturas extensivas são relativamente leves já as intensivas, têm mais peso e sérias implicações estruturais. Os locais onde as coberturas ajardinadas são implementadas nas construções novas, geralmente não apresentam problemas, pois a necessidade de reforço para suporte pode ser considerada no início do projecto. Após a implementação é exigido um grande número de cuidados, especialmente ao nível da gestão e conservação do material vegetal, com a existência de um bom sistema de rega e com a facilidade na realização de cortes de relva e podas das árvores e arbustos. Deve ser garantida a existência de uma fonte de água na cobertura de forma a permitir a implementação de um sistema de rega.

Nas construções existentes deve ser tida em conta a capacidade de carga da própria cobertura, juntamente com o seu peso, e verificar-se se o edifício se encontra preparado ou se necessita de reforços. O leve sistema extensivo com substrato de 60 a 200 mm de espessura aumentará a carga no telhado em aproximadamente 70 a 170 Kg por m², já o sistema da cobertura intensiva com um perfil de substrato acima de 200 mm, irá impor à cobertura um peso adicional entre 290 a 970 Kg por m² ¹⁶³ Economicamente, uma cobertura do tipo extensivo requer uma manutenção mínima, sendo a melhor escolha para coberturas não acessíveis, enquanto que, uma cobertura de carácter intensivo requer custos bastante superiores não só para despesas de instalação como também para posterior manutenção.

Quanto à sustentabilidade os factores relacionados com a manutenção/gestão também devem ser ponderados, pois as soluções que parecem bastante viáveis à partida podem não o ser a longo médio prazo. Por isso, quando se opta pela construção de coberturas ajardinadas os custos económicos e ambientais inerentes à perenidade destes elementos também têm que ser ponderados. ¹⁶⁴ Os custos aumentam em virtude do tipo de impermeabilização, rega, drenagem, transporte de materiais e da espessura do substrato, sendo o custo para as obras de construção civil de coberturas ajardinadas superior ao custo dos espaços verdes tradicionais em solo natural. Deste modo, as operações de manutenção são determinantes na escolha do tipo de cobertura a conceber.

As espécies autóctones não requerem tantos cuidados em comparação com as espécies exóticas. Assim sendo, uma boa selecção das plantas pode reduzir os encargos de manutenção. Espécies com uma acentuada queda de folhas, inflorescências ou frutificações requerem maiores encargos de manutenção, de modo a prevenir possíveis entupimentos das saídas de água. Em qualquer tipologia de jardins em cobertura, existem aspectos de manutenção indispensáveis, sendo necessário após um período de fortes chuvadas, neve ou ventos fortes, inspeccionar-se se existem humidades tanto no interior como no exterior do edifício, como resultado da obstrução dos sistemas de evacuação da água.

Assim, deve ser realizada anualmente uma manutenção adequada e visitas periódicas de inspecção com vista à realização das seguintes operações essenciais: eliminar qualquer tipo de vegetação não desejada e materiais acumulados pelo vento, proceder a uma recolha periódica dos

¹⁶³ Heneine, M.C.A.S. Ibidem, p.44

¹⁶⁴ Costa, L.R., Coberturas ajardinadas - Contributos para um urbanismo mais sustentável, 2006, p. 30

sedimentos que se possam formar na cobertura por retenções ocasionais de água e verificar a fixação da impermeabilização ao suporte.¹⁶⁵

Uma forma de se reduzir os gastos de água é armazenando a água das chuvas em cisternas nas coberturas, reutilizando-a.

O local da cobertura ajardinada tem assim um papel essencial no seu êxito ou fracasso, e devem ser consideradas tanto as características do edifício, como do local circundante, como as necessidades das plantas e das pessoas que vão usufruir do espaço.

No quadro que se segue, é apresentado um resumo com as principais diferenças entre os jardins de carácter extensivo, intensivo e semi-intensivo.

	Carácter Extensivo	Carácter Semi-intensivo	Carácter Intensivo
Utilidade	Ecológicas (não Utilizável)	Jardim	Jardim/Parque
Altura do Substrato	60 – 200 mm	120 – 250 mm	150 – 400 mm
Peso (saturado)	60 – 150 Kg/m ²	120 – 200 Kg/m ²	180 – 500 Kg/m ²
Tipo de Vegetação	Musgos, Herbáceas, Gramíneas	Herbáceas, Gramíneas, Arbustos	Relvados, Perenes, Arbustos, Árvores
Tipo de Manutenção	Baixa	Periódica	Elevada
Irrigação	Não necessita	Periódica	Regular
Custos	Baixos	Médios	Elevados
Benefícios	<ul style="list-style-type: none"> • Não necessita de grande suporte de carga; • Pode não necessitar de irrigação e sistemas de drenagem • A vegetação pode desenvolver-se espontaneamente; 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite criações paisagísticas e combinações entre zonas pedonais e zonas ajardinadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite uma grande variedade de vegetação e habitats; • Geralmente acessível; • Maior diversidade de usos; • Grande apacidade de isolamento; • Maior estética
Condicionantes	<ul style="list-style-type: none"> • Escolha de plantas Limitada; • Geralmente não têm acesso 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de irrigação e sistemas de drenagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de irrigação e sistemas de drenagem

Quadro 3 - Principais diferenças entre os jardins de carácter extensivo, intensivo e semi-intensivo. Adaptado de Jornada Internacional de Coberturas Ajardinadas de Paulo Palha - Porto

¹⁶⁵ Lockett, K. - Green Roof Construction and Maintenance, 2009, p.11

4.6 Comparação de custos entre uma cobertura inerte e uma cobertura ajardinada

As coberturas ajardinadas não possuem apenas a possibilidade de redução dos custos no aquecimento e arrefecimento dos edifícios, estas conferem também uma redução nos custos de construção, reduzindo a necessidade de isolamento bem como a potência dos aparelhos de ar condicionado. Uma cobertura convencional não durará mais de 15/20 anos sem uma grande reparação. Uma cobertura ajardinada extensiva custa cerca de o triplo de uma cobertura convencional e durará entre 50 a 100 anos. Uma cobertura ajardinada intensiva poderá ter um custo de instalação compreendido entre o dobro ou o quádruplo de uma cobertura convencional por metro quadrado.

As propriedades protectoras das coberturas ajardinadas têm desempenhado um papel fundamental na sobrevivência das antigas membranas utilizadas na construção dos edifícios. As análises dos custos do Ciclo de vida englobam uma ampla gama de benefícios tangíveis e intangíveis que as coberturas ajardinadas podem ter. As coberturas inertes, que são as mais comuns têm uma vida útil de 15 a 20 anos, quando expostos aos elementos. Pode supor-se que instalando uma cobertura ajardinada de forma a proteger um sistema de uma cobertura inerte com um ciclo de vida de 15 anos, a vida útil desse sistema de cobertura será alargado para 60 anos.

Uma vez completados os 15 anos de um telhado convencional, a membrana de cobertura atinge o fim da sua vida útil e terá de ser substituída. Desde que a cobertura não tenha fendas e que a camada isoladora tenha sido mantida seca, uma nova membrana pode ser instalada sobre o telhado existente sem ter de ser substituído o isolamento. Este processo, é muito menos dispendioso que a remoção e substituição de todo o conjunto. No entanto, depois de mais 15 anos, todo o conjunto deve ser removido, para a plataforma do telhado e um novo sistema de cobertura instalado deve agora incluir um novo isolamento do telhado. Depois de o terceiro sistema de cobertura atingir os 15 anos de vida útil, vai receber outro suporte que vai proporcionar conforto aos restantes 15 anos de vida nos 60 anos do ciclo de vida. ¹⁶⁶

O investimento inicial de uma cobertura ajardina é bastante mais elevado que uma cobertura inerte, contudo, a longo prazo, tendo em conta os custos da manutenção entre ambas, as coberturas ajardinadas podem tornar-se bastante mais económicas.

5 - Princípios de Sustentabilidade e de ecologia que podem ser associados a Coberturas ajardinadas

Os telhados têm sido por vezes chamados de a “quinta fachada” ou de “a fachada esquecida”, sendo os telhados estéreis também chamados de “a última fronteira urbana”. A tecnologia de um “telhado verde” oferece uma grande quantidade de oportunidades de design para os projectistas inovadores, que como foi dito anteriormente podem desempenhar um papel fundamental

¹⁶⁶ Lockett, K. - Green Roof Construction and Maintenance, 2009, p.11

no reaproveitamento de quilómetros de espaços desperdiçados nos telhados dos edifícios. O surgimento da indústria de jardins sobre cobertura é parte de uma ampla transformação agora em desenvolvimento criando um movimento em direcção a um novo tipo de "arquitetura viva" em restauração que integra componentes de construção inorgânicos e sem vida, com componentes com vida, respiração, sistemas restauradores. A ascendência da arquitetura viva como o paradigma central no design do séc. XXI exige bastante atenção para além do reconhecimento de telhados como oportunidades perdidas. É necessário uma abordagem mais multidisciplinar e holística para a construção e implementação do projecto. Quando projectado para obtenção do benefício máximo, as coberturas ajardinadas exigem um esforço e cooperação entre arquitectos, arquitectos paisagistas, empreiteiros, projectistas, horticultores, ecologistas, engenheiros, e outros. Para se obter um bom resultado final, tem de haver uma partilha, uma colaboração e um esforço interdisciplinar.¹⁶⁷

O poder de transformar os grandes centros urbanos insalubres, stressantes, de ambiente superaquecido para ambientes saudáveis, comunidades mais sustentáveis pode ser alcançado dentro de uma geração desde que sejam tomadas as devidas medidas. Um bom exemplo é a cidade de Chicago, na figura 34, que com seus 3 milhões de metros quadrados de coberturas ajardinadas, e o coroamento alcançado da sua Millennium Park, demonstra o que pode ser alcançado em apenas poucos anos.¹⁶⁸



Figura 34 - Millenium Park Chicago. Fonte: <<http://www.cityofchicago.org>>

As coberturas ajardinadas para cidades sustentáveis acompanham uma abrangência da implementação de coberturas ajardinadas através de investimento directo e indirecto. O investimento na criação generalizada de infra-estruturas de coberturas ajardinadas ao longo dos próximos 20 anos criará um grande impacto positivo na transformação das cidades. O revestimento vegetal das coberturas dos edifícios traz uma infinidade de benefícios de infra-estruturas que podem resolver problemas existentes, no qual se derramam milhões de euros do dinheiro público em cada ano.

Projecto sustentável

As coberturas ajardinadas podem ser pensadas como um componente na grande tapeçaria de processos, abordagens de projecto, materiais e tecnologias de construção que compõem o *design* sustentável. Uma definição trabalhada de sustentabilidade é importante porque tem correlação directa com o projecto de coberturas verdes.

Décadas antes de a sustentabilidade se tornar um conceito familiar, Mahatma Gandhi observou, "A sustentabilidade requer uma compreensão de como as nossas acções afectam o nosso ambiente, a nossa economia e comunidade".

¹⁶⁷ Cantor L. S., Green roofs in landscape sustainable design, 2008, p. 65

¹⁶⁸ Cantor L. S., Ibidem, p. 65

Devemo-nos tornar na mudança que queremos ver no mundo, e as coberturas ajardinadas são, talvez, um pequeno passo neste processo.

As perspectivas ecológicas não são necessariamente restritas a coberturas ajardinadas inacessíveis e extensas. O uso de técnicas extensivas e semi-extensivas em coberturas acessíveis, combinando talvez, com mais herbáceas e plantas autóctones estrategicamente colocadas criam jardins contemporâneos numa cobertura tornando-a mais sustentável. O sentido ecológico pode ser, como foi dito antes, estendido a um estilo mais distante através da reciclagem de água armazenada e aproveitando a energia solar e eólica as quais estão disponíveis em abundância no plano da cobertura.¹⁶⁹

Design sustentável é o projecto que se nutre a ele próprio, que usa e recicla todos os materiais e sistemas para que não haja perdas para o ambiente como resultado da implementação do projecto, e que, uma vez concluídos, desempenhem funções sem que seja um peso sobre os recursos e sistemas no qual depende.

No entanto, o *design* sustentável não é um processo estático, e deve ir muito além da mera flexibilização ou melhoria dos problemas ambientais. Deve servir como um processo de integração em que as conexões entre as pessoas e o ambiente construído estão ligados num conceito mais abrangente da natureza. Talvez a definição mais abrangente do *design* sustentável terá sido fornecida pelo famoso ecologista social Stephen R Kellert, que desenvolveu o conceito de um projecto de restauro ambiental que enriquece o espírito humano, criando conexões entre a natureza e ambiente construído. Ele explica “Projectos restauradores ambientais evitam e minimizam os impactos nocivos sobre o ambiente natural e a saúde humana, ao mesmo tempo proporcionam oportunidades positivas para contacto benéfico com a natureza em locais culturais e ecológicos.”

A principal diferença das abordagens convencionais para o *design* sustentável, é a tendência para apenas se concentrar na primeira parte da definição (minimizando impactos ambientais prejudiciais), ignorando a inerente necessidade humana para se afiliar com os sistemas naturais.

A correlação com o *design* sustentável é o conceito de projecto do edifício inteiro, que visa a criação de um edifício de alto desempenho bem-sucedido ou projectado em que todas as componentes contribuem para um todo.

Jan Christiaan Smuts, um estadista Sul-Africano, filósofo e autor de *Holismo e Evolução* (1926), introduziu o termo "holismo", definindo-o como "a tendência na natureza para formar conjuntos que são maiores do que a soma das partes através da evolução criativa". Ele acreditava que não existem partes individuais na natureza, apenas os padrões e as modalidades que contribuem para o conjunto. Enquanto trabalhava no programa espacial em 1969, o visionário Buckminster Fuller disse, "sinergia é a única palavra na nossa língua que significa comportamento dos sistemas inteiros,

¹⁶⁹ Heneine, M.C.A.S., *Cobertura Verde*, 2008, p. 41

imprevisíveis pelos comportamentos observados separadamente das partes dos sistemas ou qualquer subconjunto das partes. Sendo o todo maior do que a soma das suas partes”.

Tal como foi dito nos capítulos anteriores, as coberturas ajardinadas em geral também podem ajudar a resolver outros problemas prementes, tais como a forma de gerar e transportar energia em ares-condicionados famintos que operam mais a cada ano, tal como nos verões que se estão a tornar cada vez mais quentes e onde o efeito de ilha de calor urbano ameaça tornar as cidades mais insuportáveis. Podendo as coberturas ajardinadas reduzir o consumo de energia dentro de um edifício, bloqueando o ganho de calor, mas podem também arrefecer os edifícios circundantes, actuando como “ares-condicionados” externos. Combinados com outras medidas, tais como árvores de rua e pavimento reflexivo, os telhados verdes pode ajudar a arrefecer uma cidade inteira.

A cada redução de 1,8 graus Fahrenheit nas temperaturas de verão, pode-se poupar 4% do pico de demanda de energia eléctrica, resultando em dezenas de milhões de euros em economia de custos de energia, bem como menos poluição e partículas no ar e pulmões. Uma tentativa parcial para calcular os benefícios económicos de apenas 8% de coberturas ajardinadas de carácter extensivo efectuada por pesquisadores da Universidade Ryerson, em Toronto, concluíram que foram economizados mais de US \$ 300 milhões de capital resultantes, em grande parte de eficiência energética e gestão de águas pluviais melhorado. Anualmente foram poupados cerca de US \$ 40 milhões. Provar este facto aos municípios e governos pode ser aliciante para serem criados incentivos à criação de coberturas ajardinadas.

Há assim um grande potencial nas coberturas ajardinadas nas cidades para se tornar uma fonte de regeneração e saúde para as cidades. Um princípio central da arquitectura viva é que os edifícios devem devolver mais do que recebem ao longo de suas vidas úteis, e as coberturas ajardinadas são fundamentais para essa afirmação.

Seria um bom princípio se nos grandes centros urbanos cada edifício limpasse o ar e a água a cada dia, se todos os novos edifícios gerassem um excedente de energia verde limpa, produzindo alimentos orgânicos saudáveis locais, providenciando actividades passivas e de recreação, e devolvendo à natureza uma casa para as muitas espécies de plantas e animais que estão rapidamente a desaparecer com a construção de cada nova subdivisão. Tudo isto é possível com as novas tecnologias das coberturas ajardinadas, que proporcionam um maior leque de benefícios do que qualquer outro componente de edifícios. A transformação para uma abordagem mais sustentável e restauradora da arquitectura e de infra-estruturas está assim bem encaminhada.¹⁷⁰

A construção sustentável deve assegurar as condições de durabilidade (é um aspecto fundamental que se interliga com a redução dos consumos, sendo, nos tempos mais recentes, uma área em que se tem vindo a apostar) e as acessibilidades do edificado, bem como deve respeitar os aspectos culturais e sociais, contribuindo desta forma para a melhoria do ambiente e da paisagem da zona onde se insere.

¹⁷⁰ Cantor L. S., Green roofs in landscape sustainable design, 2008, p. 69

Caminhar para este novo paradigma e para uma prática de construção sustentável, é seguramente um desafio fundamental de procura de equilíbrio ambiental e eficiência, devendo agir-se localmente, pensando globalmente, para atingir um efectivo desenvolvimento sustentável em Portugal.¹⁷¹

No sentido de dar resposta às necessidades de avaliação e certificação ambiental dos edifícios, para ajustar a sua realidade e especificidade, diversos países têm vindo a desenvolver sistemas próprios de avaliação e certificação ambiental dos edifícios. Os sistemas mais difundidos actualmente existentes que certificam ambientalmente os edifícios são, no Reino Unido, o BREEAM, nos Estados Unidos da América, o LEED e, em França, o HQE. As questões relativas à lógica, respectiva forma de aplicação, exemplos de bom desempenho, e critérios destes sistemas são de seguida analisadas, tendo em vista a sua potencial adaptação e aplicação a nível nacional.¹⁷²

Leadership in energy and environmental design, conhecido como LEED, é um sistema de avaliação ambiental desenvolvido originalmente pelo Green Building Council dos EUA para ajudar a identificar e a nivelar projectos sustentáveis.

Este sistema é um bom princípio a aplicar em Portugal de modo a incentivar a construção sustentável. Um aspecto importante do processo de certificação LEED é que a equipe de projecto e construção deve documentar, desde o início até ao fim do processo de construção, a conformidade com diferentes critérios para a sustentabilidade. Mesmo que o edifício seja construído com muitas características sustentáveis, se não forem documentadas de forma passo-a-passo, pode não ser possível receber uma certificação LEED. Em qualquer abordagem do americano ou canadense, pontos (ou créditos) são concedidos para benéficos ou positivamente avaliados conquistas ambientais em seis partes: desenvolvimento local sustentável, eficiência da água, eficiência energética, materiais e selecção de recursos, qualidade ambiental interna e inovação em *design*. Os projectistas determinam o crédito específico dentro destas seis áreas a fim de alcançar o número total de pontos atribuídos por ele.

As coberturas ajardinadas poderiam ganhar naturalmente pontos para o projecto em cinco destas categorias, todas, menos a qualidade do ambiente interior. Um projecto específico de coberturas ajardinadas, por exemplo, poderia reduzir o escoamento das águas da tempestade, eliminar ou reduzir a irrigação local e utilização da água, reduzir o consumo de energia, utilização de materiais de construção altamente cotados, e proporcionar inovação em *design*. Cada meta deve ser cuidadosamente documentada e verificada de acordo com um processo elaborado.

1. Locais Sustentáveis - Há duas subcategorias de aplicações a coberturas ajardinadas:

- (1) Redução da perturbação do local, protecção ou restauração do espaço aberto
- (2) Redução das ilhas de calor urbanas.

¹⁷¹ Pinheiro M. D., Ambiente e Construção Sustentável, 2007, p.124

¹⁷² Pinheiro M. D., Ibidem, p. 164

A um projecto podem ser atribuídos pontos, demonstrando que as áreas locais existentes são protegidas, e as áreas danificadas do local são restauradas para proporcionar habitat e promover a biodiversidade. Um telhado verde que caracteriza um habitat restaurado poderia demonstrar essa exigência de forma directa.

Porque telhados verdes reduzem o efeito de ilha de calor, um telhado verde substancial que cobre pelo menos 50 % da superfície de um telhado pode ganhar créditos sob LEED.

2. Eficiência da Água: Os créditos são concedidos para a gestão de águas pluviais, eficiência da água no paisagismo, redução do uso de água, E técnicas inovadoras de águas residuais. Os créditos podem ser obtidos tanto para a redução da taxa e quantidade de descarga de águas pluviais como para a prestação de tratamento de águas pluviais.

Prédios com coberturas ajardinadas em que um sistema de colheita e armazenamento de águas pluviais está implementado podem ganhar créditos. Se a água potável é eliminada como fonte para irrigação do jardim em cobertura (e outras características da paisagem), então podem ser atribuídos créditos.

Podem ainda ser obtidos créditos adicionais através de métodos de redução de água potável que poderia ser usada. Por exemplo, por vezes, a água da chuva pode ser capturada para uso em vasos sanitários.

Uma outra forma de ganhar créditos é para implementar recursos de tratamento de esgoto, como a incorporação de WC de compostagem. A cobertura ajardinada pode ser concebida de uma forma que ajuda a tratar e a filtrar as águas residuais domésticas da pia, dos lavatórios e banheira (em oposição a águas de descargas)

3. Eficiência Energética (por vezes referido como Energia e Atmosfera): Tem três categorias importantes: otimizar (1) desempenho energético, (2) de energia renovável, e (3) a redução de substâncias destruidoras de ozono.

As coberturas ajardinadas que proporcionam isolamento térmico e reduzem o consumo de energia demonstram a eficiência energética. LEED enfatiza fontes renováveis de energia, em vez das tradicionais. A utilização de células fotovoltaicas numd destas coberturas, ou para gerar electricidade para as funções do edifício, ou para alimentar o sistema de irrigação, e o efeito de resfriamento evaporativo de telhados verdes podem contribuir para créditos LEED.

Os clorofluorocarbonetos, quando libertados para a atmosfera podem ser uma fonte de cloro, que destrói o ozono na estratosfera. Porque o ozono absorve a radiação ultravioleta nociva, a redução do ozono é prejudicial para o ambiente. Na medida em que se possa demonstrar que uma cobertura ajardinada arrefece o edifício e reduz o uso de refrigerantes, como clorofluorocarbonos, podem ser atribuídos créditos LEED.

4. Materiais e Recursos: Os telhados verdes podem ser úteis em apenas uma categoria: o armazenamento e (colecção) recolha de materiais recicláveis. Por exemplo, um jardim em cobertura pode funcionar como um depósito para o composto, que desvia resíduos do aterro sanitário local e enriquece o meio de cultura da cobertura. Na medida em que os materiais são reciclados ou obtidos de fontes locais, reduzindo assim custos de transporte e da necessidade de fabricação de novos materiais, o telhado verde pode ganhar créditos LEED.

5. Inovação em Design: Fornece à equipe de design, oportunidades para documentar a inovação para além dos créditos pré-determinados das cinco categorias anteriores, assim, ganhar votos adicionais LEED.

Como o mundo cada vez mais abraça o projecto verde, uma certificação LEED confere prestígio e traz boa publicidade, talvez no mesmo, da mesma forma que a realização do edifício mais alto uma vez fez. Sabendo-se que o processo LEED engloba o projecto, bem como a construção, até certo ponto, pode servir como um conjunto de directrizes para toda a equipe de projecto.¹⁷³

6 Caso de estudo – Projecto de Zonas Verdes em Cobertura para os terraços da Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia

6.1 Metodologia de trabalho

Como conclusão de todo o trabalho descrito até aqui, e depois de todo o estudo e pesquisas efectuadas, seria extremamente importante uma aplicação prática mostrasse a importância das ideias de sustentabilidade referidas até então, mostrando os benefícios que podem trazer a um edifício já existente. Assim, aplicando os conhecimentos teóricos apreendidos, neste capítulo irá ser apresentado um estudo prévio para uma proposta de uma cobertura ajardinada nos terraços do edifício da Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia onde serão aplicadas os conhecimentos e conceitos ao nível da sustentabilidade referidos anteriormente na nesta dissertação.

6.2 Proposta

6.2.1 - O Sítio

A Tapada da Ajuda com cerca de 100 hectares, situa-se na encosta Sul da Serra de Monsanto. Encontrando-se inserida na densa malha urbana da cidade de Lisboa, é considerada um espaço único pela diversidade que oferece, ao nível de vegetação, da fauna, e dos seus usos, nomeadamente como espaço de recreio, com diversos jardins, zonas relvadas e lagos, como malha agrícola, com as suas hortas e cultivo de cereais e vinha, e ainda como espaço



Figura 35 - Vista aérea localização do Espaço para a proposta. Fonte: <<https://maps.google.pt>>

¹⁷³ Cantor L. S., Green roofs in landscape sustainable design, 2008, p. 68

cultural, com espaços destinados à realização de eventos. Nas cotas mais elevadas a panorâmica da paisagem é admirável.

Em 1917, o Instituto Superior de Agronomia, que até então encontrava-se inserido no Palácio da Cruz do Taboado, foi transferido para um novo edifício, na Tapada da Ajuda. Até Novembro do ano de 2000, a Biblioteca do Instituto, permaneceu no corpo central, data em que se mudou para o actual edifício, programado e construído para seu uso exclusivo pelos Arquitectos Rui Barreiros Duarte e Ana Paula Pinheiro.¹⁷⁴

Desde a sua fundação, em 1853, que a Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia, BISA, tem acompanhado o ensino e a investigação, na área das Ciências Agronómicas em Portugal, desde a altura em que pertencia ao quadro da criação do Instituto Superior Agrícola e da Escola Regional de Lisboa, até aos nossos dias.

Integrada na Universidade Técnica de Lisboa desde 1930, tem perto de 2000 alunos nos 3 ciclos de ensino, e conta com um corpo docente de 129 docentes e 16 investigadores, dos quais 129 são doutorados.¹⁷⁵

6.2.2 - Análise Biofísica do local de intervenção

Para uma boa caracterização do meio, é necessário um conhecimento profundo das propriedades e condicionantes naturais da Tapada da Ajuda, permitindo deste modo avaliar as suas capacidades, minimizar defeitos e introduzir novas práticas, de forma a otimizar o espaço para a sua utilização, conforto e integração, tornando possível um melhor planeamento e gestão na utilização do espaço.

6.2.3 - Temperatura do Ar

Por estarmos perante um clima Mediterrâneo, a distribuição e intensidade da precipitação variam muito ao longo do ano. No Inverno há um excesso de água e no Verão existe escassez desta, sendo em certos tipos de jardins, necessário recorrer-se à rega para compensar o baixo valor de água no solo. A partir da diferença entre as temperaturas médias mensais mais quentes obtém-se a temperatura média máxima, que corresponde a 22.8°C. A diferença entra as temperaturas médias mensais mais frias dá-nos a temperatura média mínima de 11,2°C. Deparamo-nos, assim, com uma amplitude térmica anual relativamente baixa, de 11.6°C, que comprova a forte influência termo reguladora oceânica na Tapada. O valor médio da temperatura máxima anual aproxima-se dos 22°C, obtido pela diferença do valor máximo diário 29.2°C em Agosto e o mínimo de 15.1°C em Janeiro. O valor médio da temperatura mínima anual é 11.8°C, pela diferença entre 16.4°C em Agosto e 7.2°C em Janeiro.

6.2.4 - Precipitação

De acordo com o gráfico da precipitação, na Tapada da Ajuda existe um semestre húmido com abundância de chuvas regulares, 78,8% da precipitação anual, e um semestre em que a chuva é

¹⁷⁴ 155 Anos ao Serviço da Agronomia Nacional, Disponível em URL: <<http://www.isa.utl.pt>>

¹⁷⁵ O ISA. Disponível em: URL: <<http://www.isa.utl.pt>>

bastante menos abundante, com 21,2% da precipitação. Conclui-se, pela análise do gráfico da figura 36, que os níveis de precipitação são menores nos meses mais quentes e maiores nos meses mais frios, chegando a atingir-se no mês de Janeiro, valores de 120 mm de precipitação.

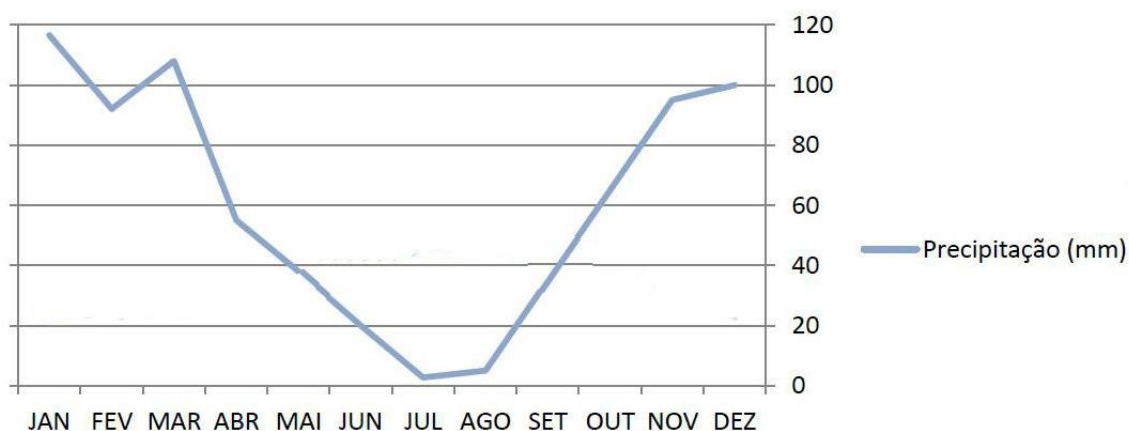


Figura 36 - Diagrama da pluviometria obtida na tapada ajuda ao longo do ano - Valores médios da quantidade de precipitação (mm), retirados da estação meteorológica Lisboa/Ajuda, nos períodos 1971-80 e 1981-90: Fonte: MATOS, 1994, p.11

6.2.5 - Radiação Solar

Com base nos dados retirados do trabalho de Matos, o posto Lisboa/Tapada atinge valores de insolação com um valor anual de 2 965 horas, sendo Julho o mês mais quente, com valores de insolação perto das 374 horas. Dezembro e Janeiro, por outro lado, são os que apresentam um menor valor, sendo o registo mais fraco obtido em Janeiro com valor médio de insolação de 153h.¹⁷⁶

6.2.6 - Humidade do Ar

A humidade relativa do ar é influenciada por factores como a humidade absoluta, a natureza do solo e o seu revestimento superficial, o vento, a altitude e a temperatura do ar. A humidade, juntamente com a temperatura, exercem um importante papel na vegetação. Uma maior humidade relativa leva a uma evaporação mais lenta. Sendo o mês de Janeiro o mais frio, apresenta uma percentagem bastante superior à do mês de Agosto, o mais quente.

6.2.7 - Vento

Na Tapada da Ajuda, predominam os ventos de Norte, mais regulares durante o Verão, acompanhado pelos de NO (ventos de Verão, que sopram do mar). No Inverno, por vezes, o vento sopra de NE, são frios e muito secos e são o agente da “geada negra” que acentua o período de baixas temperaturas. Ocorre assim uma maior transpiração, e uma redução da humidade do ar e do solo. Visto que a maioria das encostas da Tapada da Ajuda se encontram viradas para S, SO e SE, o vento não é um factor muito condicionante. Além disso, a mata de Monsanto acaba por servir de “protecção”. Estes factores também favorecem as elevadas temperaturas verificadas durante o Verão.¹⁷⁷

¹⁷⁶ Matos, Isabel - Tapada da Ajuda: Evolução da Paisagem. p. 12

6.2.8 - Vegetação

A tapada é considerada um espaço único pela diversidade que oferece, ao nível de vegetação. A Tapada da Ajuda sofreu, ao longo dos anos, várias alterações, principalmente a partir do século XX, com a implementação do Instituto Superior de Agronomia, altura em que se deu um grande desbaste de árvores para o aproveitamento dos terrenos para práticas agrícolas e plantações vegetais ¹⁷⁸ Quanto ao coberto vegetal, existe uma extensa área agrícola na zona Norte da propriedade, e outra área agrícola menor mais a Sul, situada junto ao edifício da “BISA”, correspondente à Terra Grande. Existem assim, actualmente, para além dos edifícios construídos, várias zonas do horto, intensos povoamentos florestais com as espécies de Eucalipto, Ciprestes, Pinheiro, Acácia, Sobreiro e Ulmeiro, e as zonas de cobertura arbóreo-arbustiva de várias espécies.

6.3 Análise e caracterização do espaço de intervenção

Projectado por Rui Barreiros Duarte e Ana Paula Pinheiro, foi inaugurado no ano 2000 o actual edifício da BISA. Tratando-se de um edifício com uma arquitectura moderna e bastante geométrica, revestido por materiais como painéis de betão e brita calcária, o edifício é bastante contrastante com a natureza vegetal da tapada.

Nas actuais instalações, a “BISA” distribui-se por três pisos. No primeiro piso, funcionam a direcção, a secretaria, o bar e sala de estudo "Artur Castilho". Ainda neste piso existem três depósitos destinados a livros, reservados e revistas. No piso dois, localizam-se o serviço de informação, o auto-empréstimo, a sala de leitura com acesso livre às estantes, onde se encontram expostos livros e revistas. No piso três estão instalados o gabinete de cartografia, o gabinete de audiovisuais, o gabinete de docentes e investigadores, sala de exposições temporárias, por vezes sala de aula de pós-graduações e gabinete técnico, onde trabalham oito funcionários ¹⁷⁹. Neste piso existem ainda dois terraços panorâmicos virados para a baixa de Alcântara, Tejo e sua margem esquerda. Contudo, tratam-se de espaços sem qualquer

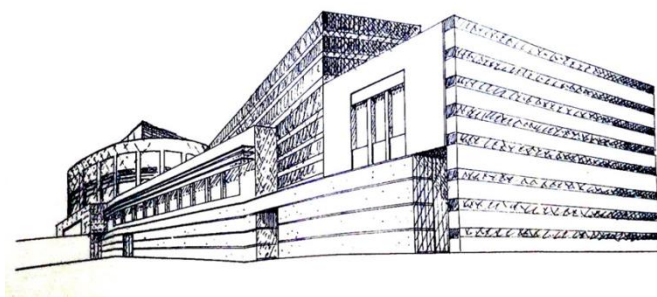


Figura 37 - Esquiza do edifício da BISA



Figura 38 - Localização dos terraços no edifício

- Terraço Sul
- Terraço Norte

¹⁷⁸ Barreto, A., O Parque de Monsanto e a Cidade de Lisboa, 1952, p. 26

¹⁷⁹ 155 Anos ao Serviço da Agronomia Nacional, Disponível em URL: <<http://www.isa.utl.pt>>

tipo de aproveitamento, tratando-se de estruturas inertes e pouco atractivas. É nestes terraços que vai incidir a aplicação ao projecto desta dissertação, sendo proposta a sua valorização aplicando princípios e soluções sustentáveis.

6.3.1 Compreensão do espaço

Depois de várias idas ao local, e sua detalhada observação foi-me possível fazer uma análise que me permita compreender o espaço e a sua utilização.

Ambos os terraços, tratam-se de locais inertes, sem qualquer tipo de aspecto funcional e sendo esteticamente pouco atractivos, Contudo, o que torna estes locais com uma identidade única, é a incrível vista panorâmica que pode ser observada sobre a baixa de alcântara e sobre o rio, capazes de proporcionar sensações agradáveis a quem os frequentar.

Terraço a sul: Este, apresenta uma forma triangular, com uma área de 210 m². Possui uma única vista para sul, onde é possível visualizar um pouco do rio e da ponte por de trás das árvores da tapada. Dois dos lados do terraço encontram-se rodeados pelo edifício, protegendo o local dos ventos de Norte, enquanto que, o lado virado a sul, possui um pequeno muro, com 55cm de altura, com um canteiro embutido, sem qualquer tipo de vegetação inserida.

É um local com bastante exposição solar, tornando-se demasiadamente quente no verão. Do interior do edifício, na área do centro de estudos, é possível a observação do terraço. Este é frequentado essencialmente pelos investigadores do centro de estudos de Arquitectura Paisagista e professores.

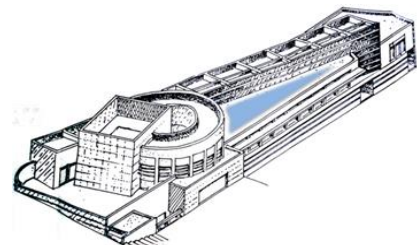


Figura 39 – Localização do terraço sul



Figura 40 - Vista do terraço Sul

Terraço a Norte: Este terraço de forma irregular, tem uma área de 48m², e encontra-se ladeada por duas das paredes do edifício, encontrando-se todo o resto do terraço rodeada por um

pequeno muro de 55cm. Este terraço, encontra-se portanto vulnerável aos ventos de N, S e E, apesar de na tapada o vento ser um factor muito condicionante. Tal como acontece com o terraço a Sul, trata-se de um espaço sem qualquer tipo de materiais vivos tornando-se um local desconfortável nos meses mais quentes. Deste, é possível ter uma vista panorâmica deslumbrante, sobre o rio, a sul e nordeste, e também uma vista a norte sobre a vegetação da tapada.

Por se encontrar apenas ladeado ao edifício a oeste, encontra-se mais desprotegido dos ventos de norte e nordeste, não sendo muito significativo devido à hipsometria da tapada descrita anteriormente.

Do interior do edifício é também possível visualizar o pátio. Este, é frequentado essencialmente por funcionários da Biblioteca.

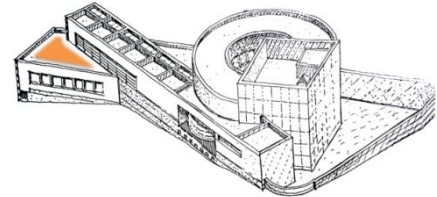


Figura 41 - Localização do terraço Norte



Figura 42 - Vista do Terraço Norte

6.3.2 Análise do interior do edifício adjacente aos terraços

Visto que os terraços em estudo, são a cobertura do tecto da biblioteca, onde os alunos do instituto passam grande parte do seu tempo, analisei o ambiente no seu interior de forma a arranjar soluções que o possam melhorar. Pude observar a existência de infiltrações que ocorrem anualmente durante os períodos de chuva, e que provocam danos nos tectos do edifício, chegando mesmo a cair água para o interior do edifício.



Figura 43 - Tecto da BISA danificado. Remendo de um buraco provocado pelas infiltrações

6.3.3 Análise da Utilização do espaço

Mesmo sem qualquer tipo de aproveitamento, os actuais terraços existentes são bastante frequentados por funcionários da Biblioteca, e do Instituto. Para melhor compreender a utilização que

os funcionários dão ao espaço e as suas necessidades, efectuei alguns questionários aos utilizadores. No quadro se segue são apresentadas as questões e respostas abordadas no questionário realizado:

Questão	Percentagem de respostas dos inquiridos
Utilização do terraço por parte do funcionário	100% todos os utilizadores costumam frequentar os terraços pelo menos uma vez ao dia.
Frequência de utilização do terraço	60% frequenta o terraço pelo menos 2 vezes por dia, sobretudo quando o tempo está agradável.
Sugestões para que tivesse mais utilidade	100% sugere a inserção de vegetação no local 80% refere a necessidade de sombra 50% sugere a colocação de mesas e bancos
Aumento da frequência com a existência de um possível jardim na cobertura	100% - Sim 0% - Não
Existência de luz nocturna no possível jardim	80% - Não 20% - Sim
Observação do terraço do local de trabalho no interior do edifício	70% - sim 80% - Não

Quadro 3 – Questionário efectuado aos utilizadores dos terraços

*Em anexo encontra-se um questionário padrão.

Com este questionário, foi-me possível concluir a importância que tem a implementação de vegetação nos terraços no sentido de criar um compromisso com uma maior assiduidade dos utilizadores do espaço, tal como a necessidade de implementar uma zona de sombra, ou uma para refeições ligeiras. Verifiquei também não ser necessário a implementação de luz nocturna no local.

Através do estudo da análise biofísica, da análise da estrutura e do comportamento dos utilizadores no espaço, posso concluir que se trata de um edifício que bastante marcado pelo seu contraste com a envolvente. Ambos os terraços do edifício possuem um carácter bastante marcado pelo local em que se inserem e pela vista que podem proporcionar, tendo um grande potencial para um aproveitamento e valorização do espaço.

6.4 Projecto

Depois de feita a análise do espaço, e no seguimento da investigação e trabalho realizado e aqui apresentado e tendo em conta o subaproveitamento que têm os terraços do edifício da BISA, desenvolvida no âmbito do presente trabalho ao nível de estudo Prévio, é proposta a criação de uma zona verde em cobertura para estes terraços. Nesta intervenção projectual, proponho uma mudança profunda no carácter do espaço, alterando a sua natureza inerte e sem utilidade, para um carácter de uma cobertura viva e funcional, integrada na paisagem circundante, e aproveitando a essência do espaço, que é a sua magnífica envolvente, tendo em conta as questões de sustentabilidade estudadas e defendidas ao longo deste trabalho.

Pretende-se com esta proposta que este jardim seja fundamentado por princípios de projecto sustentável, e que possa contribuir para a sustentabilidade do próprio edifício, ao nível económico, ambiental, e social. No desenho do jardim, existe uma clara tentativa que este novo espaço vegetalizado aliado à sua envolvente, tenha um impacto tanto a níveis físicos como psicológicos nos utilizadores, havendo uma tentativa de integrar uma diversidade cromática no desenho do jardim. Assim sendo, considero essencial a criação de um espaço acolhedor e convidativo, que possua uma zona de descanso, com um local de refeições ligeiras, onde se possa disfrutar da vista da calma e tranquilidade que o local pode trazer. A integração do edifício com o meio circundante é também um dos factores a ter em conta, já que o edifício, com a sua estrutura em betão, é notório na envolvente vegetal da tapada da ajuda. Nunca é de menos referir todas as outras vantagens que foram mencionadas ao longo dos capítulos anteriores, para o papel das coberturas ajardinadas na criação de um microclima aumentando a humidade relativa na zona da fachada, o sombreamento, a redução da amplitude térmica, o consumo de dióxido de carbono entre outros. Uma poupança energética e reaproveitamento de águas das chuvas vão ser motivos bastante válidos para a proposta.

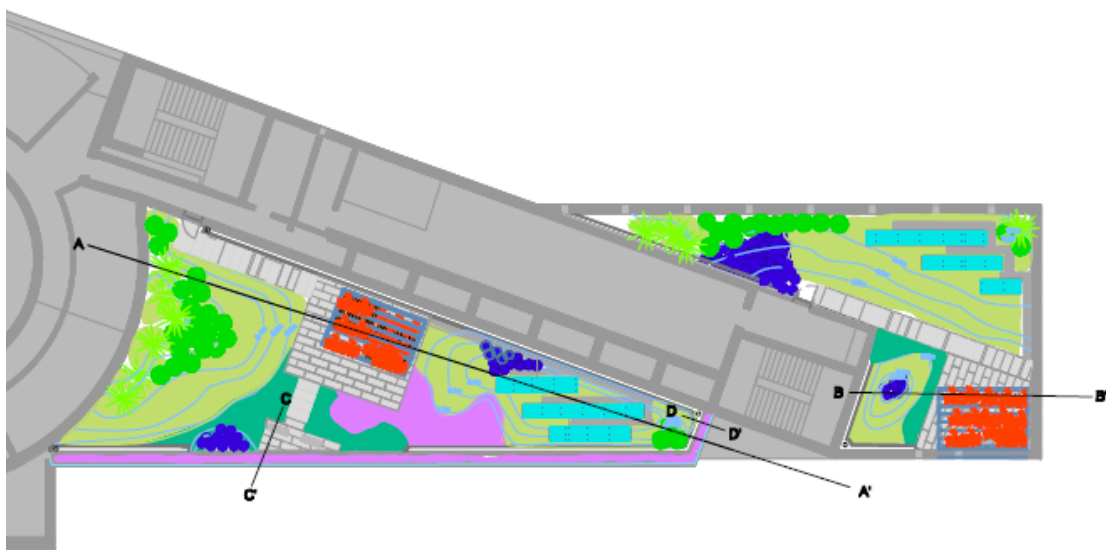


Figura 44 – Proposta: Planos Geral (ver anexo A)

6.4.1 Técnicas de construção de coberturas ajardinadas

A construção de coberturas verdes segue uma metodologia comum independentemente do tipo de cobertura verde, intensiva ou extensiva. Desta forma, as coberturas verdes são constituídas por várias camadas. Como em qualquer sistema de cobertura, qualquer camada tem agregada a função para a qual é concebida, de forma a desempenha-la da melhor maneira possível. Nas secções seguintes são aprofundadas as características e funcionalidades de cada uma das camadas constituintes das coberturas verdes.

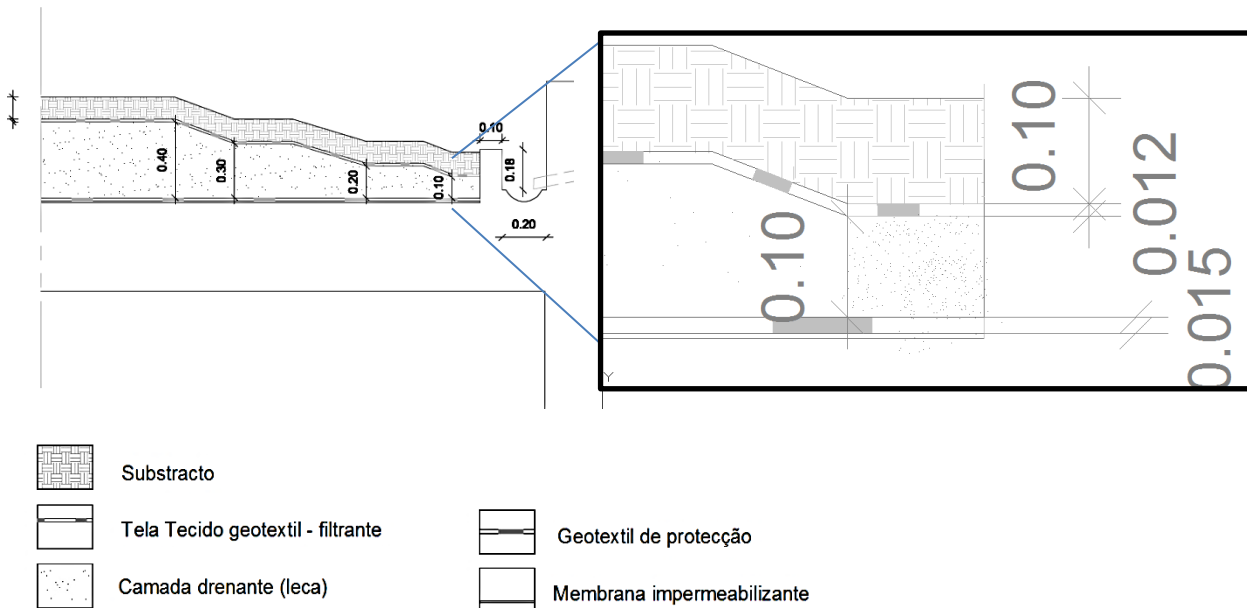


Figura 45 -- Esquema do perfil da construção de uma cobertura ajardinada. (Ver Anexo G)

6.4.2 Fundamentos para o desenho do espaço

Pelo facto de se ter em conta a sustentabilidade do projecto, e portanto a longevidade de vida dos jardins com o mínimo de manutenção possível, o mais certo seria optar-se por uma cobertura do tipo extensivo. Contudo, estes jardins vão ser feitos para usufruto dos funcionários do ISA e portanto, optar por um jardim extensivo não seria adequado. Tendo em conta a elevada manutenção que os jardins do tipo intensivo requerem e pelo facto de se tratar de um edifício já existente, em que há uma carga limite que pode suportar, a escolha de jardins deste carácter não seria a mais apropriada.

Por isto, considerei o mais adequado a este projecto, a aplicação de um jardim do tipo semi-intensivo. Estes jardins, como foram descritos anteriormente possibilitando um leque mais abrangente de escolha de espécies a utilizar, como a inserção de uma maior variedade de gramíneas, herbáceas perenes e arbustos, e permitindo deste modo mais possibilidades de design. Assim, este sistema é capaz de reter mais de águas pluviais em comparação com um sistema extensivo, permitindo que este seja capaz de permanecer mais tempo sem que seja necessário rega.

Ambos os jardins vão ter áreas de carácter quase extensivo, alternado com áreas com perfis de solo superiores, e com áreas pedonais. Assim, os perfis do solo deverão variar, dispondo-se os perfis superiores em zonas onde podem ser exercidas cargas mais elevadas, onde se encontram vigas ou pilares, tendo perfis mais pequenos onde o terraço não possa suportar cargas tão elevadas. Estas diferenças de perfis do substrato, aliadas à camada drenante de modelação do terreno, permitem dar formas ao jardim, criando diferenças de volumetrias, encontrando-se os arbustos, que necessitam de perfis de solo maiores, sobrelevados em relação às herbáceas mais pequenas que não necessitam de uma camada de substrato tão grande, criando a sensação de que os arbustos são ainda maiores.

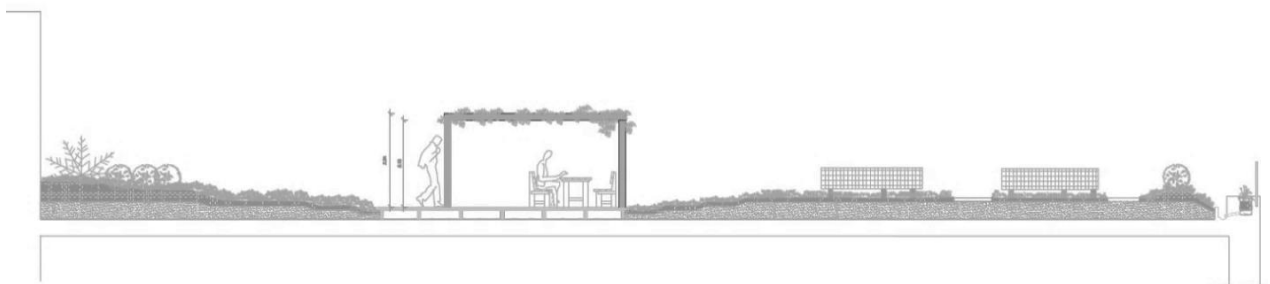


Figura 46 - Proposta: Alçado AA' (ver anexo E)

Visto que ambos os jardins podem ser observados do interior do edifício, existe uma preocupação com a forma dos mesmos. As plantas são assim colocadas estrategicamente de modo a criar um efeito cénico agradável.

Por serem bastante utilizados para pausas de trabalho por parte dos utilizadores, ambos os jardins irão possuir uma área de descanso com bancos estrategicamente colocados de modo a proporcionar a contemplação da magnífica vista sobre o Tejo.

Em cada um dos jardins irá existir uma zona de acesso pedonal onde os funcionários possam usufruir do espaço. No terraço a Sul esta área terá bancos e mesas para refeições. Tendo ainda um caminho que dá acesso a uma pequena área pavimentada junto à floreira, com bancos de onde os visitantes podem usufruir da vista. No terraço a Norte existe também uma zona de descanso de onde se pode disfrutar de toda a envolvente onde serão dispostos bancos.

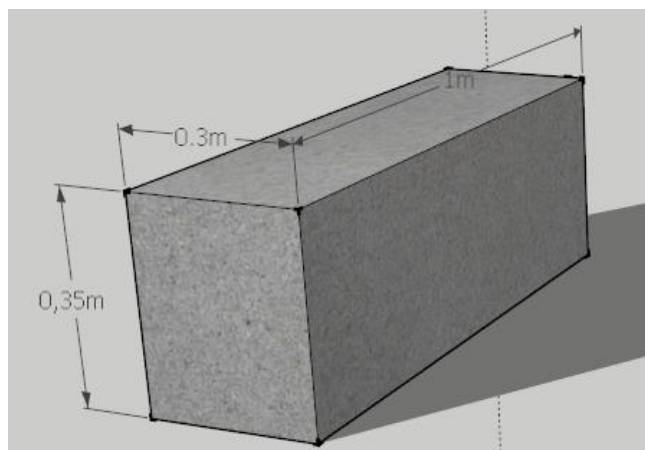


Figura 47 - Pormenor dos bancos

Por se tratar de um local com bastante exposição solar, e tendo sido referido nos questionários efectuados a necessidade de ensombramento, será colocada uma pérgola revestida por uma trepadeira, sobre cada uma das áreas de estar dos respectivos jardins. A opção de se colocar uma pérgola em vez de uma de árvore para proporcionar sombra, vem do facto de, para além de o substrato ter um perfil demasiadamente pequeno para suportar as raízes de uma árvore, a pérgola é bastante mais leve. Esta seria de um material metálico, de modo a não sobrecarregar o terraço com uma carga demasiadamente elevada, e por forma a durar bastantes anos sem manutenção.

Visto que uma das grandes preocupações nesta proposta é a sustentabilidade, e por se tratar de uma zona com bastante exposição solar, em cada um dos jardins, serão colocados estrategicamente virados a sul, uma série de painéis fotovoltaicos, que para além de criarem um contraste engraçado com a vegetação no desenho do jardim, contribuem não só para o edifício, como também chamam a atenção dos utilizadores para os princípios de sustentabilidade.

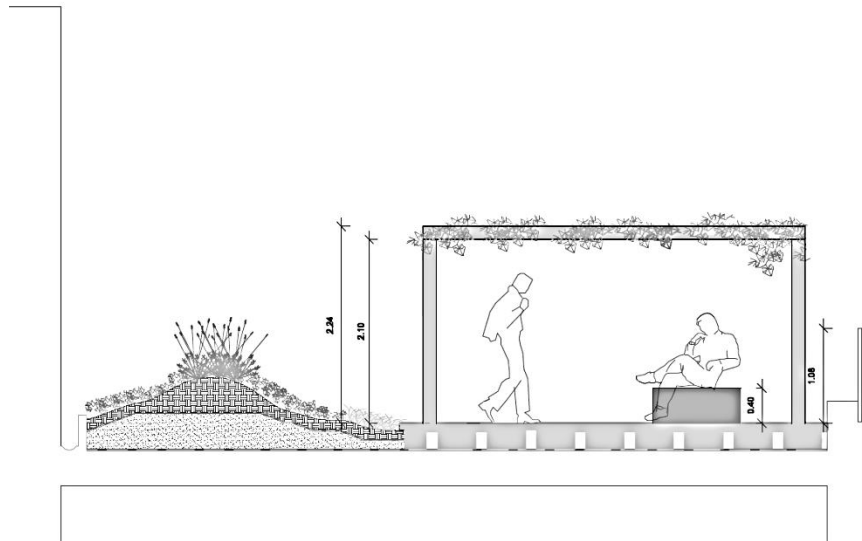


Figura 48 - Corte representativo da zona de estar do terraço Norte

6.4.3 Vegetação

Para que este jardim possa existir com qualidade suportado por níveis reduzidos de manutenção, serão utilizadas plantas que para além de suportarem a profundidade do substrato que se pretende, sejam tolerantes à elevada exposição solar e necessitem de pouca água. Por forma a haver uma ligação com a envolvente, foram também escolhidas algumas espécies que se encontram na tapada em torno do edifício. A diversidade de plantas é a chave para a diversidade a longo prazo, reduzindo a manutenção e melhorando os benefícios que poderão trazer para a cobertura.

Na página seguinte, segue-se uma listagem de vegetação proposta na intervenção, na qual é especificado o tipo de planta bem como a sua existência, ou não em torno do edifício selecionado para a proposta:

	Nome comum	Família	Tipo	Altura/ Diâmetro	Cor/época de floração	Existente e em torno do edifício
<i>Lonicera nitida</i>	Madressilva- de-jardim	<i>Caprifoliaceae</i>	Abrusto	1,5m/2m	Abril - Junho	sim
<i>Pittosporum nana</i>	Pitósporo rasteiro	<i>Pittosporaceae</i>	Abrusto de pequeno porte	1m/1m	Abril - Julho	sim
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Alecrim	<i>Lamiaceae</i>	Abrusto de pequeno porte	1m/0.5m	Quase todo o ano mas essencialme nte entre Janeiro e maio	Sim
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	Hera japonesa	<i>Vitaceae.</i>	Trepadeira	6m/4m	Junho	Não
<i>Allium schoenoprasum</i>	Cebolinha	<i>Alliaceae</i>	Hebácea	0.3m/0,4m	Bril- Maio	Não
<i>Sedum ellacombianum</i>	Sedo	<i>Crasuláceas</i>		0.3m/0.4m	Julho - Agosto	Não
<i>Sedum spurium</i>	Sedo	<i>Crasuláceas</i>		0,35m/0.2 2m	Julho - Novembro	Não
<i>Sedum album</i>	Sedo	<i>Crasuláceas</i>		0,35m/0.4 0m	Julho - Novembro	Não
<i>Festuca glauca</i>	Festuca-azul	<i>Poaceae</i>	Herbácea	0,25m/0,5,	Todo o ano	Não

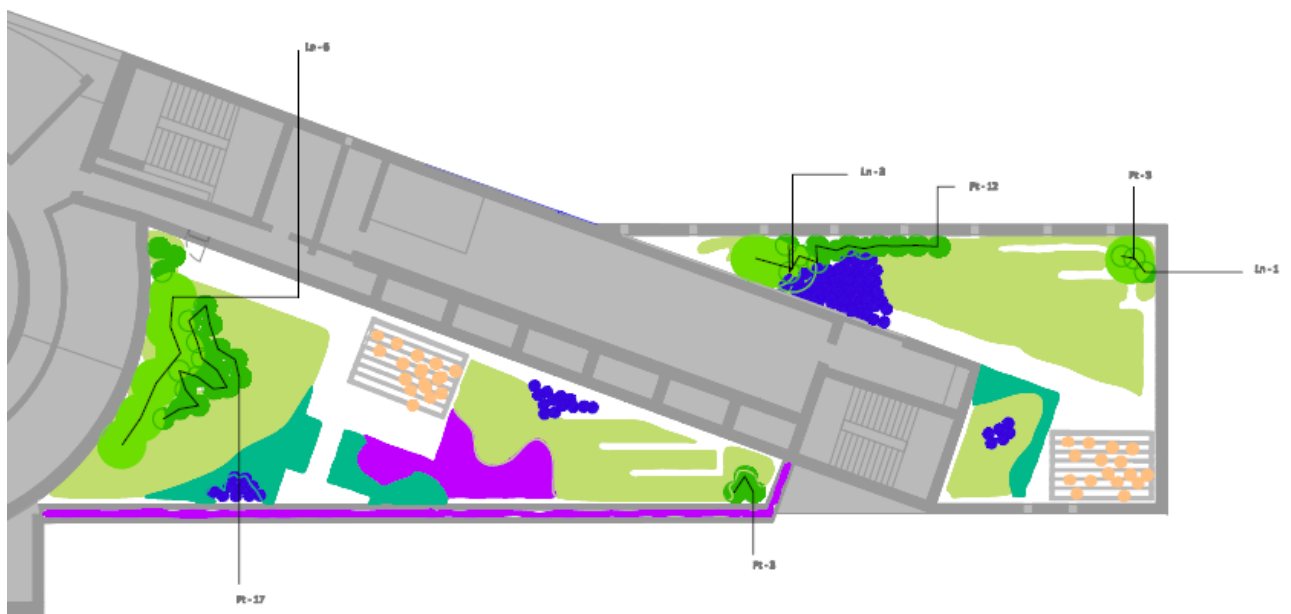


Figura 49 - Proposta: Plano de Plantação (ver anexo B)

Assim, Onde se encontram as espécies arbustivas foram colocadas sistemas de rega gota-a-gota, para que as herbáceas que se encontram intercaladas com os arbustos não sejam privados de receber rega, e nas restantes das herbáceas, já que se encontram protegidas do vento, rega por aspersão. Por estarem embutidas no muro do edifício, e portanto sendo difícil de receber água por aspersão, também as herbáceas da floreira têm um sistema de rega gota a gota.

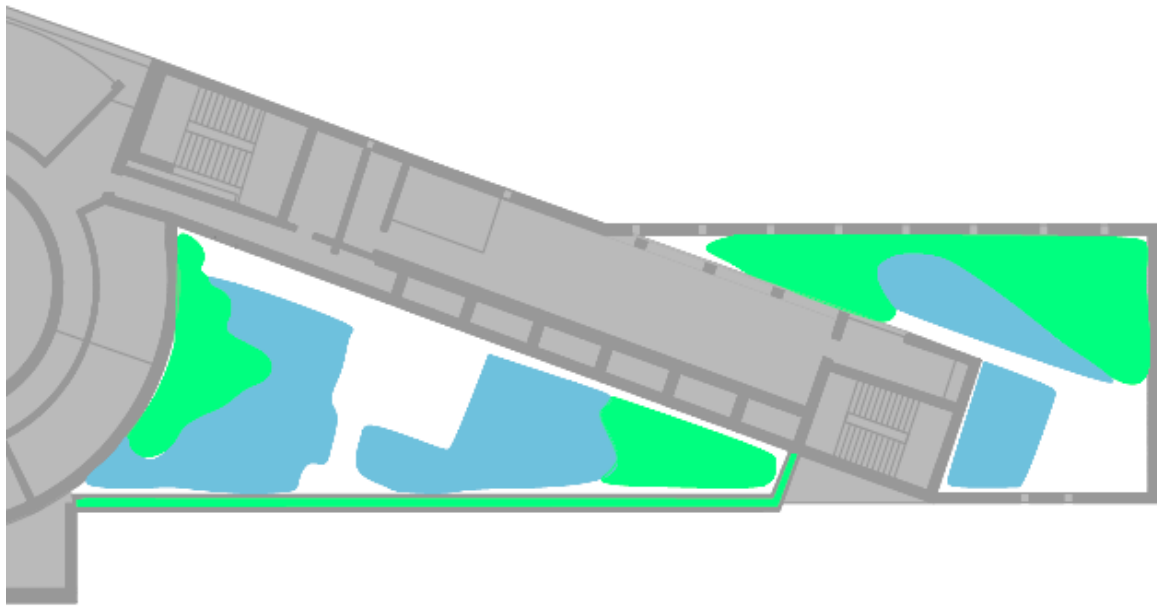


Figura 50 - Proposta: Plano de rega Gota-a-Gota e Por aspersão

6.4.4 Barreiras físicas

O terraço a Sul possui três dos lados rodeados pelas paredes do edifício, enquanto que o lado virado a sul apresenta um pequeno muro com 0,55m de altura. Este muro possui um canteiro embutido, onde serão colocadas algumas herbáceas *Allium schoenorasum*, que elevando um pouco a altura do murete, tornando-se mais nítida a sensação de segurança aos utilizadores do jardim, tal como a estética, sem que seja impedida a vista panorâmica. Contudo, por não ter altura suficiente, e para maior segurança, será ainda embutido um vidro criando uma barreira com 1,2m de altura.

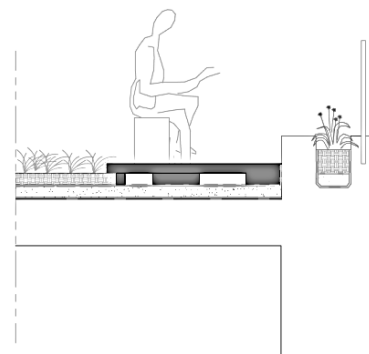


Figura 51 - Esquema representativo da floreira embutida no muro

6.4.5 Pavimentos

A selecção dos materiais dos pavimentos baseou-se não só no seu aspecto particular, como na sua resistência às condições climáticas.

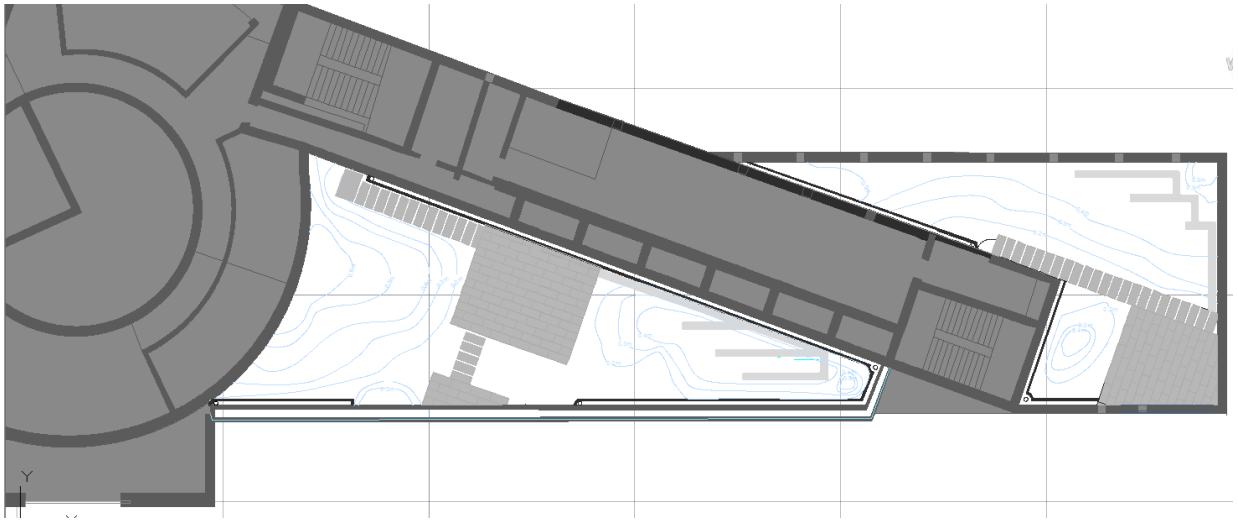


Figura 52 - Proposta: Plano pavimentos

Tanto no jardim a Sul como no Jardim Norte, a zonas de estar encontram-se revestidas por lajes de betão pré fabricado, um material bastante resistente aos factores externos e com uma longa duração. Teriam dimensões de 1m de comprimento e 0,4m de largura.

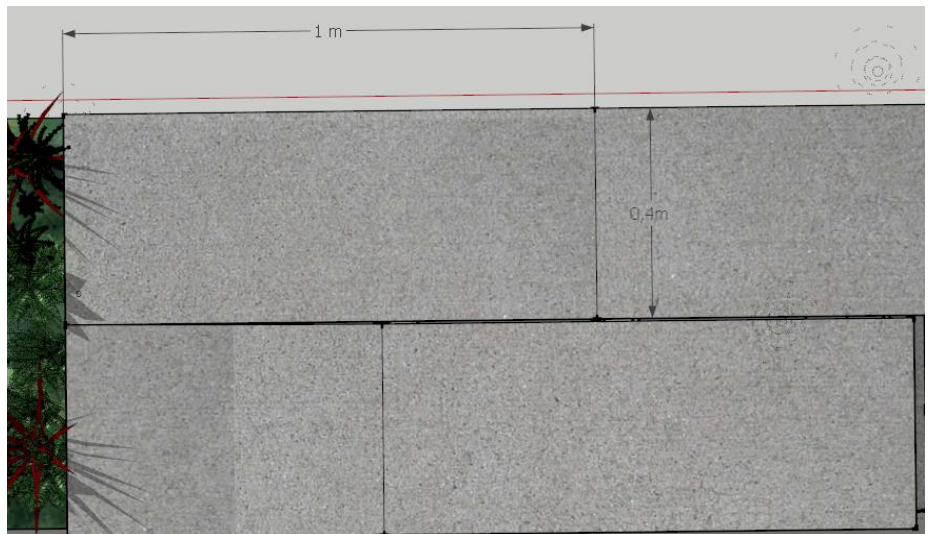


Figura 53 - Pavimento - Lages de betão pré-fabricado

Para não sobrecarregar a estrutura do edifício com cargas excessivas, estas lajes encontram-se dispostas sobre apoios, criando um espaço vazio sob estas, por onde passa a água drenada em direcção ao ralo através de revestidos por pvc (Figura 54).. A drenagem faz-se através da inclinação que já existia nos terraços em direcção aos ralos existentes. Estas lajes encontram-se apoiadas na membrana geotextil de protecção.

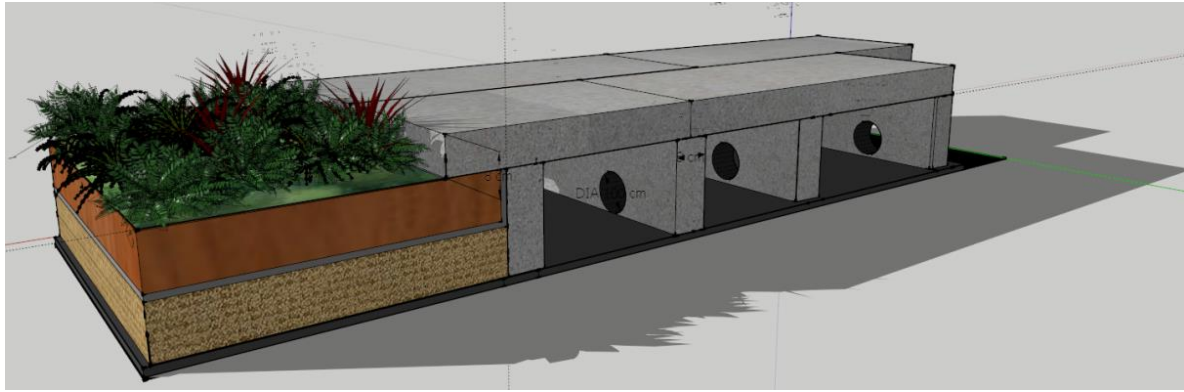


Figura 54 - Pormenor da estrutura das lajes



Figura 55 - Caminhos de acesso

A ligação da porta até estas zonas de estar, é feita através de um caminho constituído por lajes com as mesmas medidas e material da área pavimentada com um espaçamento entre elas de 0,1 m no qual fica exposto o substracto.

Por ser necessária pelo menos uma manutenção anual, nos painéis solares, existe um caminho em gravilha, com cerca de 0.35m de largura, que permite a sua passagem, contudo pela sua dimensão e estrutura não é convidativo aos frequentadores habituais do jardim, sendo apenas destinado exclusivamente a pessoal da manutenção. Este piso, permite uma rápida infiltração da água facilitando a drenagem.



Figura 56 – Exemplo do tipo de caminhos de acesso aos painéis - Exclusivamente para manutenção

6.4.6 Estrutura e Carga

Por se tratar de um edifício já construído, deve ser tida em conta a capacidade de carga da estrutura inicial, pois as coberturas ajardinadas só podem ser instaladas em edifícios com a integridade estrutural que possam suportar um peso adicional. Há assim uma preocupação em fazer a distribuição do peso jardim, consoante o local onde se encontram as vigas e pilares de suporte dos terraços.

Para Calcular a carga que o edifício poderia suportar, foi necessário a ajuda de um Eng. Civi. Após alguns cálculos, com a ajuda do Eng. António Hermegildo, foi assim possível deduzir a carga extra que o edifício em causa poderia suportar. Em anexo encontram-se os cálculos efectuados

deduzimos que os terraços podem suportar uma carga de 25 kN/m², sendo assim admissível a aplicação da proposta.

Tendo em conta a escolha de plantas a utilizar e consoante a sua localização, o perfil do solo terá entre 10 a 40 cm, sendo que nas zonas em que o edifício pode suportar cargas mais elevadas, possam ser implementados arbustos de maior dimensão, e nas zonas com menos suporte de carga, herbáceas com perfis de solo de cerca de 10cm de espessura. Assim, tendo em conta a análise feita no capítulo 2, em relação ao peso de cada uma das tipologias, nos locais onde é possível de exercer uma carga maior, a carga exercida será de cerca de 70kg/m² e nos locais que suportem menos peso, com substratos de perfis pequenos, a carga rondaria os 300 Kg/m².

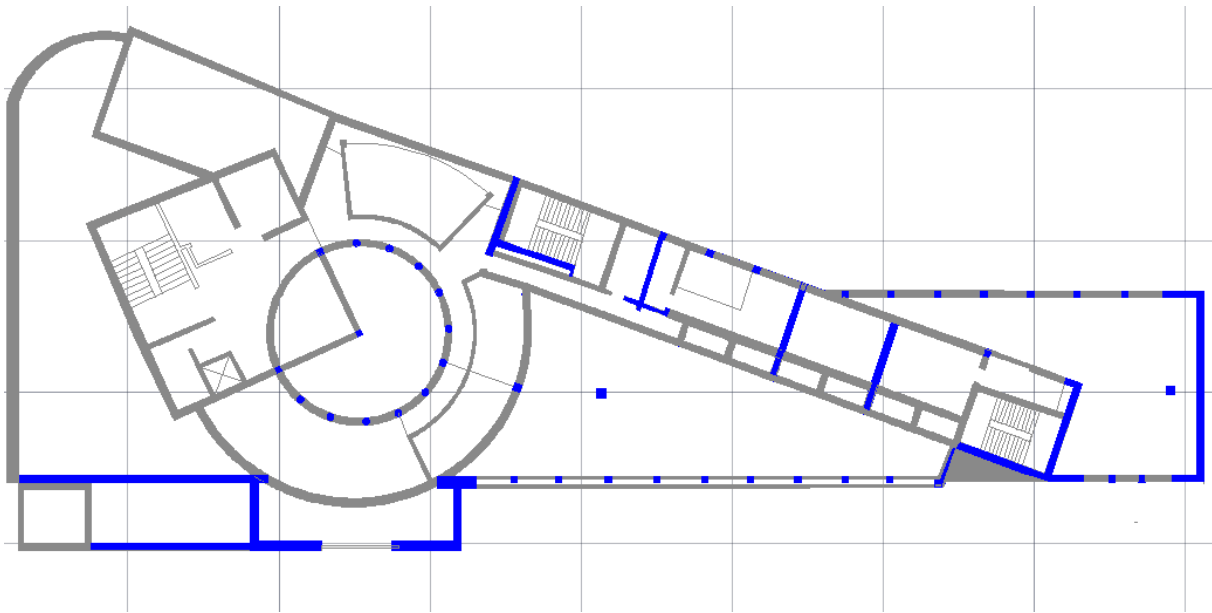


Figura 57 - Estrutura do edifício - Piso 2
- Pilares e vigas de suporte no piso 1

6.4.7 Sustentabilidade Económica

Como foi referido nos capítulos anteriores, uma cobertura ajardinada aumenta, à partida, a vida útil da membrana do telhado, devido à diminuição da exposição a condições extremas, tornando assim, o edifício mais sustentável. Contudo é necessário que também o próprio jardim seja sustentável.

Todo o desenho e estrutura do projecto a aplicar tem em atenção a sustentabilidade do jardim, de modo a que este sobreviva com o mínimo de manutenção e gastos possíveis. Assim, há uma tentativa de que este seja capaz de se auto sustentar.

Já que tem de haver um investimento inicial de capital para a implementação do jardim no edifício, há uma preocupação, de que este investimento tenha um retorno na redução dos gastos energéticos do edifício e diminuindo assim um pouco a nossa pegada ecológica. Como foi referido nos capítulos anteriores, as coberturas ajardinadas, por serem capazes de diminuir as amplitudes térmicas do edifício, podem reduzir os custos de ar condicionado no verão e aquecimento no inverno.

Em baixo, são indicadas algumas considerações que podem ser aplicadas ao projecto de modo a torna-lo mais sustentável.

- **Painéis fotovoltaicos**

A inclusão da energia solar pode ser vista como mais uma preciosa vantagem ecológica que contribui para a conformidade com inúmeros regulamentos relacionados com a construção, normas ambientais e avaliações diversas. Para além disso, este sistema é sinérgico, uma vez que a eficácia dos painéis solares é significativamente melhorada com uma cobertura ajardinada, sendo o seu rendimento bastante superior a temperaturas mais amenas.

Cada painel fotovoltaico, com 0,25 m², é capaz de produzir mais de 150w por hora. Ao todo seriam colocados seriam aplicados 13 painéis solares, o que faria um total de 19000w por dia.¹⁸⁰

Assim, para além da poupança que pode existir na redução de ares condicionados e aquecedores do edifício através do isolamento térmico que o edifício vai usufruir, a colocação de painéis solares nas coberturas, vai contribuir com cerca de 19000W de energia por dia, para o edifício, em média ao longo do ano.

Apesar de os painéis fotovoltaicos requererem pouca manutenção, é necessário que haja uma verificação periódica do ângulo de inclinação, visto ser comum que as estruturas de fixação sofram pequenos desvios pela acção dos ventos e até mesmo desgaste mecânico. Uma das grandes vantagens dos sistemas de produção fotovoltaicos é que são “auto-limpantes” devido à própria inclinação que o módulo deve ter, de modo a que a sujidade possa escorrer assim que ocorrer precipitação. De qualquer forma, nos lugares onde seja possível, será conveniente limpar a parte frontal dos módulos com água misturada com detergente. A parte frontal dos módulos é constituída por um vidro temperado com 3 a 3,5 mm de espessura, o que os torna resistentes até ao granizo.¹⁸¹

- **Recolha de águas pluviais**

Mesmo tendo tido em conta que nas escolha das plantas inseridas nesta proposta, fossem tolerantes à seca, é necessário aplicar um sistema de rega para a sobrevivência das mesmas para os meses mais secos.

Encontrar e utilizar fontes alternativas de água para irrigação é necessária para a gestão sustentável da água e energia, agora e no futuro. O interesse renovado no aproveitamento de águas pluviais surgiu devido à crescente necessidade de manter e melhorar os recursos de água doce. Aproveitamento de águas pluviais representa uma oportunidade para economizar água e ajudar a proteger as águas de superfície da poluição e erosão. Usando sistemas de colheita de água da chuva, é possível aproveitar a água da chuva como fonte alternativa de água para fins não potáveis,

¹⁸⁰ Cantor L. S., Green roofs in landscape sustainable design, 2008, p. 65

¹⁸¹ Energia Solar Fotovoltaica – Guia prático. Disponível em: <<http://mbecovilas.files.wordpress.com>>

água potável, assim, também a conservação e energia. Os benefícios da retenção de águas pluviais incluem:

- Uma fonte relativamente barata de água que precisa de pouco ou nenhum tratamento para a maioria dos usos na irrigação de um jardim.
- Menor volume e velocidade de escoamento das águas pluviais, diminuindo as inundações e os poluentes entrar em corpos de água.
- Redução nos custos de água que se teria consumir para a rega.

Por se tratar de um edifício já existente, não é possível inserir os reservatórios de água no topo do edifício, por baixo do jardim, devido à elevada carga que iria causar à estrutura.

Assim, seria conveniente a colocação de os reservatórios de água, do tipo cisternas, adjacentes ao edifício.

Tendo em conta que a área da cobertura do jardim a sul é de 210 m², e do jardim a Norte é de 162m² e que por ano caem cerca de 717litros de chuva por metro quadrado, visto que o solo consegue reter cerca de 70% da água, seria possível de recolher cerca de 216litros de água por ano por m², e neste caso, cerca de 80000litros na área total dos dois jardins.



Figura 58 - Sugestão do local onde poderiam ser implementadas as cisternas

Resolução de problemas de infiltrações

A implantação de um jardim em cobertura vai também ajudar a resolver problemas de infiltração que todos os anos causam danos no tecto da sala de estudo da biblioteca, chegando mesmo a cair água para o interior do edifício.

As infiltrações ocorrem quando um determinado material deixou de isolar devidamente a água. Porém, também se pode dar o caso de determinadas infiltrações serem devidas a defeitos de construção e não à ineficácia dos materiais. Muitas vezes são originadas pelos cursos de água ou pela saturação do terreno, não sendo devidamente travadas por materiais apropriados aquando da construção. Contudo a camada impermeabilizante que seria colocada sobre a laje, permite isolar a laje conduzindo a água no sentido das caleiras e ralos existentes

6.5 Benefícios da proposta

Em baixo é apresentado um quadro com as diferentes identidades que podem beneficiar com a proposta apresentada

Utilizadores	I.S.A.	Ambiente
Reduz o escoamento de águas pluviais	Expande o período de vida da cobertura 2x3 vezes (até 60 anos)	Evita transbordo de esgoto combinado
Reduz o efeito "ilha de calor"	Reduz os custos de ar condicionado e aquecimento no inverno	Fornecer habitat para a vida selvagem
Reduz o consumo de energia	Ferramenta de gestão de águas pluviais	Integra o edifício com a envolvente
Melhora a estética	Transforma o espaço morto em espaço de jardim	
Proporciona um espaço verde e agradável para estar		

Quadro 4 – Resumo das potencialidade da proposta, para os utilizadores da BISA, para o Isa, e para o ambiente

Conclusão

Com o crescimento desordenado das urbanizações, sua insalubridade e crises ambientais que se têm vindo a verificar tornou-se essencial a aplicação da construção sustentável onde os telhados são uma grande parte da solução. No âmbito da prática da arquitectura paisagista, a conceptualização dos espaços verdes sobre cobertura pode trazer benefícios de ordem ambiental, económica e social, satisfazendo algumas das necessidades que os centros urbanos procuram, sendo um factor chave para que se atinja o equilíbrio adequado entre uma superfície com vegetação numa cidade e a área da região onde é implantada. As coberturas ajardinadas são assim associadas a termos como redução do efeito de ilha de calor urbano, gestão de escoamento de águas superficiais, melhoria da qualidade do ar atmosférico nas cidades e aumento da diversidade de espécies em meio urbano, todos estes considerados como benefícios da utilização das coberturas verdes. Apesar dos custos iniciais que envolvem a construção destes jardins, através dos benefícios que estas coberturas podem oferecer, torna-se possível obter um retorno do investimento a longo prazo. O desenvolvimento tecnológico permitiu encontrar técnicas e materiais de construção mais adequados à concepção de membranas impermeáveis que tornaram mais fácil o desempenho dos sistemas hidráulicos para as coberturas ajardinadas que capturam a água para irrigação, permitem o escoamento, suportam o crescimento vegetal e resistem à invasão das raízes.

É no entanto importante de reforçar a ideia de que a implementação de zonas verdes em cobertura não substitui as zonas verdes permeáveis ao nível do solo, não sendo uma alternativa à Estrutura Ecológica Urbana mas sim como um complemento quando já não é possível que os espaços verdes sejam projectados em solo natural.

Neste trabalho a proposta da uma cobertura ajardinada para os terraços da BISA, surge como uma solução viável na sustentabilidade que, esta pode trazer ao nível do próprio jardim e do edifício. É no entanto fundamental que haja uma continuidade nas investigações e estudos efectuados no sentido de tornar os espaços verdes sobre cobertura cada vez mais sustentáveis.

Referências Bibliográficas

Livros

BARRETO, António L. F. Viana – O Parque de Monsanto e a Cidade de Lisboa, Relatório Final dos Cursos de Engenheiro Silvicultor e Arquitectura Paisagista, ISA/UTL, 1952.

CALCAGNO, Annalisa Maniglio (1983) - Architettura del Paesaggio. Evoluzione Storica.

CANTOR, Steven L. (2008) - Green Roofs in Sustainable Landscape Design,

CORRÊA, Lazaro Roberto (2009) – Monografia: Sustentabilidade na Construção Civil. apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

COSTA, Laura Roldão (2007) - Coberturas Ajardinadas: Contributos para um urbanismo mais sustentável – Trás-Os-Montes: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

COSTA, Luís Miguel Loureiro (2011) - Espaços Verdes Sobre Cobertura: Uma Abordagem Estética e Ética - Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista.

EDWARDS, Brian (2008) - O guia básico para a sustentabilidade, Editorial Gustavo Gili, S.L

JÁCOME, Mafalda de Albuquerque Patena (2010) – A água e a sustentabilidade em espaços verdes. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Mestrado em Arquitectura Paisagista.

JOHNSTON, J. ; NEWTON, J. - Building green. A guide to using plants on roofs, walls and pavements

LUZ, Ana S. F (2009) – A Sustentabilidade como critério projectual em espaços verdes Lisboa Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Mestrado em Arquitectura Paisagista.

MAGALHÃES, Manuela Raposo (2001) - A Arquitectura Paisagista: morfologia e complexidade. Lisboa: Editorial Estampa.

MAOS, Isabel (1994) - Tapada da Ajuda: Evolução da Paisagem. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Relatório do Trabalho Final do Curso de Arquitectura Paisagista.

MARINS, Inês C. S. (2008) – Casas Ecológicas - Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Arquitectura Paisagista. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

MARQUES, T.P., 2009. Sustentabilidade no projecto de arquitectura paisagista: “Redundância ou extravagância?”. 6o Congresso ibero-americano de parques e jardins públicos, A sustentabilidade dos espaços verdes urbanos, comunicações volume I, Camara Municipal da Povoia de Lanhoso.

MATOS, Isabel - Tapada da Ajuda: Evolução da Paisagem, Relatório do Trabalho Final do Curso de Arquitectura Paisagista, ISA/UTL, Lisboa, 1994.

MINKE, Gernot (2010) - Planificación, Ejecución, Consejos Prácticos. Espanha: EcoHabitar Olba-Teruel, pp. 17

ANDRADE, Nixon C. O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas (2002) – Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Arquitectura e Urbanismo. Pró-reitoria de Pesquisa, Universidade de São Paulo.

OSMUNDSON, Theodore (1999) - Roofs Gardens: History, Design and Construction. New York: W.W. Norton e Company.

PINHEIRO, Manuel Duarte (2007) - Ambiente e Construção Sustentável. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

SILVA, Sofia (2002) - Abordagem ao Projecto em zonas verdes sobre cobertura: Aplicação ao caso prático do Edifício FX Center em Babelsberg. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Trabalho Final do Curso de Arquitectura Paisagista.

Palestras

Jornada Internacional – Coberturas Ajardinadas. Realizada em Maio de 2012 na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Publicações

MOURÃO, Joana F.M.; BRANCO, João (2004) – Arquitectura e Sustentabilidade Ecológica, com base no projecto de investigação "Habitação para o futuro".

Recursos Web

A utilização de revestimentos de vegetação intensivos e extensivos em projecto de Arquitectura paisagista em Cobertura. Disponível em: <URL: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/4105/1/Disserta%C3%A7%C3%A3oDefinitiva.pdf>>. Consultado em Abril de 2012.

Arquitetura Sustentável. Disponível em: <URL:<http://www.creatos.com.br/hotsite/>>. Consultado em Junho de 2012.

Bienal de Arquitectura Paisagista – ETAR de Alcântara. Disponível em: <URL: <http://www.jardimdecalateia.com.br/bienal-de-arquitetura-paisagistica-etar-de-alcantara/>>. Consultado em Novembro de 2012

Cobertura vegetal da ETAR de Alcântara recebe prémio. Disponível em: <URL:http://www.simtejo.pt/artigo.aspx?lang=pt&id_object=860&caso=MENU_OFF>. Consultado em Setembro 2012

Coberturas Ajardinadas. Disponível em: <URL:<http://www.neoturf.pt/pt/coberturas-ajardinadas>>. Consultado em Agosto de 2012.

Coberturas Ajardinadas. Disponível em: <URL:http://www.weber.com.pt/uploads/media/Coberturas_ajardinadas_v1.pdf>. Consultado em Dezembro de 2012

Coberturas Verdes. Disponível em: <URL:http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0221/Trabalhos_Finais_2009/Coberturas_Verdes.pdf>. Consultado em Abril de 2013.

Como se formam as Ilhas de calor. Disponível em: <URL:http://www.superinteressante.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=2172:como-se-formam-as-ilhas-de-calor&catid=6:artigos&Itemid=80>. Consultado em Junho de 2012.

Contrato da passagem pedonal sobre Avenida Gulbenkian em tribunal. Disponível em: <URL:<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=600995&page=3>>. Consultado em Fevereiro de 2013.

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Engenharia Ecológica. Disponível em: <URL:http://run.unl.pt/handle/10362/5738?mode=full&submit_simple=Mostrar+registo+em+formato+completo>

Estação de Tratamento de Águas Residuais de Alcântara. Disponível em: <URL:http://www.lisboaenova.org/images/stories/Visita_Dia_Mundial_da_Agua/VisitaETAR_%20Alcantara.pdf>. Consultado em Novembro de 2012.

ETAR de Alcântara: O Quinto Alçado. Disponível em: <URL:<http://www.dn.pt>>. Consultado em Setembro 2012.s

Global Networking for Green roofs. Disponível em: <URL:<http://www.igra-world.com/>>. Consultado em Janeiro 2013.

Incríveis Telhados Verdes da Noruega. Disponível em: <URL:<http://viverdeeco.com/2010/12/22/incriveis-telhados-verdes-da-noruega/>>. Consultado em Abril de 2012.

Jardins Suspensos da Babilónia. Disponível em: <URL:<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/civilizacao-babilonica/jardins-suspensos-da-babilonia.php>>. Consultado em Fevereiro de 2013.

Licinia Caldeira Balkesta - Estrutura espaciotemporal - da Ilha de Calor Urbano (Porto), Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Disponível em:

URL:<http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/7686.pdf>>. Consultado em Janeiro de 2013.

Modernismo. Disponível em: <URL:[http://www.infopedia.pt/\\$modernismo](http://www.infopedia.pt/$modernismo)>. Consultado Março de 2012.

O Conceito da Pegada Ecológica. Disponível em:

<URL:<http://www.educacao.te.pt/professores/index.jsp?p=167&idDossier=154&idDossierCapitulo=651&idDossierPagina=1166>>. Consultado em Novembro de 2012.

Passeio Público da Avenida da Liberdade. Disponível em:

<URL:http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=5172>. Consultado em Março de 2013.

Pegada Ecológica. O que é isso? Disponível em:

<URL:http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_e_pegada_ecologica/>. Consultado em Novembro de 2012.

Sistema Voluntário para Avaliação da Construção sustentável. Disponível em:

<URL:<http://www.lidera.info/?p=MenuContPage&MenuId=19&ContId=25>>. Consultado em Fevereiro de 2013.

Sistemas de Cobertura Ecológica. Disponível em: <URL:[http://www.zinco-cubiertas-](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Sistemas_coberturas%20ecologicas.pdf)

[ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Sistemas_coberturas%20ecologicas.pdf](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/guias_tecnicas/guias/Sistemas_coberturas%20ecologicas.pdf)>. Consultado em Janeiro de 2013.

Sustentabilidade, euforia utópica, TABACOW, Disponível em: <URL:

<http://www.uv.mx/eventos/simposiumotono/documentos/silveira.html>, Consultado em Janeiro de 2013.

Telhados Verdes. Disponível em: <URL:[http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2010-](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2010-2/telhados_verdes.pdf)

[2/telhados_verdes.pdf](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2010-2/telhados_verdes.pdf)>. Consultado em Janeiro de 2013.

Vantagens do Protocolo de Quioto. Disponível em:<URL:[http://www.portal-energia.com/protocolo-](http://www.portal-energia.com/protocolo-de-quioto/)

[de-quioto/](http://www.portal-energia.com/protocolo-de-quioto/)>. Consultado em Março de 2013.

Coberturas Planas Ajardinadas. Disponível em:

<URL:http://www.construlink.com/Homepage/2003_GuiaoTecnico/Ficheiros/gt_384_construlink_08_18_12_2006.pdf>. Consultado em Janeiro de 2013.

Planeamento, Projecto e Gestão/Manutenção de Espaços Verdes. Disponível em:

<URL:http://www.parkatlantic.eu/media/documentos/MANUAL_vf.pdf>. Consultado em Fevereiro de 2013.

ANEXOS

Anexo 1 – Cálculos para a carga de suporte do edifício:

Cálculos do peso que a estrutura pode suportar:

- Laje de cobertura: espessura de 0,40m;
- Classe de Betão: C30/37;
- Armadura Superior: A500 malha de diam. 12mm afastado 10 cm;
- Armadura Inferior: A500 malha de diam. 12mm afastado 10 cm;

$m_{rd\ laje}=170kNm/m$

restantes cargas permanentes admissíveis (para o vão condicionante de aprox. 6m, simplesmente apoiado): 25kN/m²;

- Laje de cobertura: espessura de 0,40m;
- Classe de Betão: C30/37;
- Armadura Superior: A500 malha de diam. 12mm afastado 10 cm;
- Armadura Inferior: A500 malha de diam. 12mm afastado 10 cm;

$m_{rd\ laje}=170kNm/m$

restantes cargas permanentes admissíveis (para o vão condicionante de aprox. 6m, simplesmente apoiado): 25kN/m²;

Pode-se considerar uma altura de terra vegetal de 1,5 metros

Elaborado por Eng. António Hermegildo. Eng. Civil na Empresa Teixeira Duarte

Anexo 2

Questionário realizado a colaboradores do Instituto Superior de Agronomia que têm como local de trabalho a BISA:

🏠 > Aptidões para o Terraço do 2º Pis... Salvo neste exato momento Atualizar Visualizar e testar Imprimir S

EDITOR

- Múltipla escolha
- Menu suspenso
- Matriz/Escala de classificação
- Matriz de menus suspensos
- Classificação
- Net Promoter® Score
- Caixa de texto única
- Várias caixas de texto
- Caixa de comentários
- Informações de contato
- Data/Hora
- Texto
- Imagem
- Teste de texto A/B Atualizar
- Teste de imagem A/B Atualizar
- Página de introdução
- Nova página
- Quebra de página

BANCO DE PERGUNTAS

- LÓGICA
- OPÇÕES
- TEMAS

No âmbito da parte prática da minha dissertação - Sustentabilidade em Coberturas Ajardinadas -, seria interessante saber a opinião dos utilizadores do ex da BISA em relação ao terraço do mesmo. Agradeço desde já, a sua ajuda neste projecto.

1. É costume seu, frequentar o terraço do 2º piso da BISA? Porquê? / Para que fim?

2. Se a resposta anterior foi "Sim", com que frequência?

3. O que acha que seria conveniente existir no terraço, para que tivesse mais utilidade? (Ex: Bancos, Mesas, Sombra, Plantas, etc...)

4. Se o terraço passasse a ser um jardim, iria utiliza-lo com mais frequência?

Sim

Não

5. Se frequenta o edifício da BISA até ao anoitecer, acha conveniente a existência de luz nocturna no possível jardim?

Sim

Não

6. Da janela do seu local de trabalho, no edifício, é possível visualizar o terraço?

Sim

Não

Obrigada pela sua colaboração
Com os melhores cumprimentos
Maria Paiva Caldeira

