

# CIDADE JARDIM ELEVADA

Repensando a cidade do futuro

Filipa Alexandra Martins Braz



Cidade Jardim Elevada – Repensando a cidade do futuro

# CIDADE JARDIM ELEVADA

Repensando a cidade do futuro



Cidade Jardim Elevada – Repensando a cidade do futuro



**Escola de Tecnologias e Arquitetura  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo  
Mestrado Integrado em Arquitetura**

Filipa Alexandra Martins Braz

Trabalho de projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Arquitetura

**Cidade Jardim Elevada – Repensando a Cidade do Futuro**

Orientador: Doutor Vasco Moreira Rato, Professor Auxiliar, ISCTE-IUL

**Rio Alenquer – Requalificando a Baixa**

Tutor: Arq. Pedro da Luz Pinto, Professor Auxiliar, ISCTE-IUL

Novembro 2017



*Agradecimentos*

*Ao professor Vasco Rato  
e ao professor Pedro Pinto*

*À companheira de luta,  
Carolina Botelho*

*À família e aos amigos*





## RESUMO

No presente trabalho pretende-se estudar um conceito de cidade criado para a reconstrução da cidade de Christchurch, na Nova Zelândia, – *Cidade Jardim Elevada* – testando a atratividade da sua aplicação em contexto urbano português.

Nesse sentido, esta dissertação inicia-se com uma investigação dos factores que constituem este conceito. Foram estudados os Jardins Suspensos da Babilónia e a forma como teriam sido irrigados, fez-se uma breve alusão à origem das coberturas planas, onde é referido o trabalho de *Le Corbusier* em “*Os cinco pontos de uma arquitectura*”, dando depois seguimento ao tema das coberturas ajardinadas. Analisou-se, ainda, a necessidade de circulação a uma cota elevada, devido ao conceito em estudo aliar as coberturas verdes à circulação aérea pedonal.

Para que fosse possível estudar a atratividade desta solução, foram analisadas quatro opções de sistemas de coberturas no programa de análise multicritério MACBETH.

Palavras-chave:

Cidade Jardim Elevada | Cobertura Ajardinada | Cidade | Circulação | Sustentabilidade

## ABSTRACT

In this work we intend to study a city concept created for the reconstruction of the city of Christchurch, New Zealand, - Elevated Garden City - testing the attractiveness of its application in the Portuguese urban context.

Accordingly, this dissertation begins with an investigation of the factors that constitute this concept. The Hanging Gardens of Babylon were studied and the way they would have been irrigated, a brief allusion was made to the origin of the flat roofs, where Le Corbusier's work in "The Five Points of Architecture" is mentioned, followed by the green roofs. It was also analyzed the need for circulation at a high level, due to the concept under study ally the green roofs to the aerial pedestrian circulation.

In order to study the attractiveness of this solution, four roof system options were analyzed in the MACBETH multicriteria analysis program.

Key words:

Elevated Garden City | Green Roof | City | Circulation | Sustainability

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	<b>1</b>
1– Estado da Arte.....	<b>3</b>
1.1    Jardins Suspensos da Babilónia .....	4
1.1.1    História ou mitologia grega?.....	4
1.1.2    Contributos .....	14
1.2    Coberturas Planas.....	14
1.2.1    Origem.....	14
1.2.2    LeCorbusier - Os cinco pontos de uma arquitectura – coberturas ajardinadas..	16
1.2.3    Coberturas Ajardinadas.....	25
1.3    A necessidade de circulação a uma cota elevada .....	41
1.4    Casos de estudo.....	LV
1.4.1    La Promenade Plantée.....	LV
1.4.2    High Line .....	49
1.4.3    Cidade jardim, megacidade: repensando a cidade para a era do aquecimento global.....	57
2 – Cidade Jardim Elevada.....	<b>69</b>
2.1    Conceito/Oportunidade .....	70
2.2    Projecto .....	72
2.3    Reflexão .....	75
3 – Teste de Conceito – Modelo de análise multicritério .....	<b>79</b>
3.1    Motivo/Oportunidade .....	80

3.2	Análise de Resultados.....	86
3.3	Reflexões.....	100
4	Conclusão .....	<b>104</b>
5	Bibliografia .....	<b>107</b>

## ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1 - Gravura do artista holandês Martin Heemskerck, séc. XVI (Krystek 1998) .....	5
Figura 2- Mapa com a localização geográfica da Babilônia, onde se pensava terem sido construídos os jardins, e de Nínive, onde se pensa poderem ter sido construídos (Alberge 2013) .....	XXII
Figura 3- Gravura dos jardins com base no que Dalley leu dos antigos escritos gregos, que os descreviam com uma forma semelhante à de um anfiteatro grego, na continuação do grande e imponente palácio de Sennacherib. (Dalley 2013) .....	XXIV
Figura 4 - Parte de "O Relevo do Jardim", mostrando as árvores suspensas umas em cima das outras, sobre arcos, canais de água que sobem, e parte do aqueduto que levava a água até à capital assíria, Nínive.(Hanging Gardens of Babylon in Assyrian Nineveh 2015) .....	XXV
Figura 5 - Desenho do desvio do rio e criação do canal que levaria a água de Khinis até Nínive(Green 2014).....	XXVI
Figura 6 - Sistema de Shadufs a trabalhar em cadeia, irrigando água. (Serres 2012) .....	XXVIII
Figura 7- Parafuso de Arquimedes. Mecanismo que teria sido utilizado para irrigar os jardins. (Dalley 2013) .....	13
Figura 8 – Desenho da casa Dom-ino, LeCorbusier, 1914. (Crossan 2012).....	18
Figura 9 – Imagem aérea do mosteiro de CertosaDiPontignano. (Albernati 2016).....	22
Figura 10 – Plantas do Piso 0 e 1 de uma maisonette. (Malott, et al. 2015) .....	23
Figura 11 – Desenho de como seria uma ImmeubleVilla. (Malott, et al. 2015) .....	24
Figura 12 – Protótipo de maisonette construído para a Exposição Internacional de 1925 de Paris. (Malott, et al. 2015) .....	24

Figura 13 – Diagrama de relação das necessidades dos diferentes tipos de cobertura. (Fonte: <a href="http://issuu.com/clorofilatotal/docs/clorofila_coberturasajardinadas_fichatecnica1">http://issuu.com/clorofilatotal/docs/clorofila_coberturasajardinadas_fichatecnica1</a> ).....	29
Figura 14 – Projecto de reestruturação rodoviário de Lafay para Paris. (Loiola 2016) .....	44
Figura 15 - Fotografia do Viaduct des Arts em 1967, por Armand Gorintin. (Loiola 2016).....	47
Figura 16 - Fotografia do Viaduct des Arts em 2016, por Luís Loiola. (Loiola 2016).....	47
Figura 17 – Mapa da Promenade Plantée. (Tina 2016), com edição da autora. ....	48
Figura 18 - Atravessamento entre edifícios, vista desafogada e passagens com espelhos de água. (Bokobza 2015). ....	49
Figura 19 - Fotografia dos West Side Cowboys a controlar o tráfego em frente ao comboio, à esquerda, e fotografia do tráfego acumulado nas ruas de Nova Iorque à época, Kalmbach Publishing Company, séc. XX. (Berg 2017) .....	LVI
Figura 20 - Fotografia da linha em funcionamento, Jim Shaughnessy. (FriendsOfTheHighLine 2014) .....	LVI
Figura 21 – Fotografia da paisagem da linha durante o tempo de desocupação, antes das obras, Joel Sternfeld, 1999. (FriendsOfTheHighLine 2014) .....	LVI
Figura 22 - Vista da High Line entre West 12th Street e a West 13th Street, virada a Sul, Iwan Baan, 2009. (Kirkpatrick 2009).....	55
Figura 23 - Fotografia de uma vista da High Line, Nick Harris. (Nozari 2015) .....	LVI
Figura 24 - Mapa da High Line, Friends of the High Line, com edição da autora. (FriendsOfTheHighLine 2014).....	LVI
Figura 25 - Skyline invertido, WOHA, 2016 (WOHA 2016).....	LVI

Figura 26 - Cidade em camadas, WOHA, 2016. (WOHA 2016).....	58
Figura 27 - Arquitetura topográfica, WOHA, 2016. (WOHA 2016).....	LVI
Figura 28 - Skyville Dawson, desenhada como uma torre breezeway, Patrick Bingham-Hall. (WOHA 2016).....	LVI
Figura 29 - Torre Oasia, com o atrium breezeway no topo, Patrick Bingham-Hall. (WOHA 2016).....	LVI
Figura 30 - Torre Oasia, atrium breezeway, Tansri Muliani. (WOHA 2016).....	LVI
Figura 31 – Sistema de classificação para a Skyville Dawson, WOHA, 2016. (WOHA 2016) ..	LVI
Figura 32 - Skyville Dawson, Tansri Muliani. (WOHA 2016) .....	LVI
Figura 33 - A cidade auto-suficiente de 4 camadas, WOHA, 2016. (WOHA 2016).....	66
Figura 34 - Fotografia da destruição provocada pelo terremoto, Mark Mitchell, 2011 (Rafferty 2011) .....	LVI
Figura 35 - 3D da proposta de reconstrução para Christchurch, Cone, 2011 (Cone 2011).....	72
Figura 36 - 3D da proposta de reconstrução para Christchurch, Cone, 2011 (Cone 2011).....	LVI
Figura 37 - 3D da proposta de reconstrução para Christchurch, Cone, 2011. (Cone 2011).....	LVI
Figura 18 – Secção de cobertura plana acessível invertida (CYPE Ingenieros, S.A.).....	81
Figura 29 – Secção de cobertura tradicional inclinada (CYPE Ingenieros, S.A.) .....	82
Figura 30 – Secção de cobertura verde extensiva (CYPE Ingenieros, S.A.).....	83
Figura 41 – Secção de cobertura verde intensiva (CYPE Ingenieros, S.A.).....	84





## Introdução

*“Os centros urbanos têm crescido a uma velocidade fenomenal devido à rápida evolução tecnológica e às maiores probabilidades de emprego e melhoria da qualidade de vida. As megacidades mundiais triplicaram nos últimos 25 anos, pelo que se prevê um aumento de cerca de 2,5 biliões de pessoas na população urbana mundial até ao ano de 2050, das quais 90% estarão concentradas em África e na Ásia. Este crescimento urbano contribui com 70% das emissões de carbono mundiais, causando um aumento exponencial nas temperaturas globais. Se os governos, planeadores urbanos e arquitectos falharem em repensar a forma como as cidades são projectadas, as consequências serão inevitáveis.”(WOHA 2016)*

As coberturas ajardinadas não são uma novidade moderna. Desde o tempo dos assírios, por volta do ano de 700 a.C., aquando da construção dos Jardins Suspensos da Babilónia, que se verifica a vontade do Homem de “levar os jardins para cima das suas casas”, e essa vontade foi sendo mantida, os métodos foram sendo aperfeiçoados e o conhecimento aprofundado.

Hoje, mais do que nunca, aliar a natureza à arquitectura da cidade torna-se numa necessidade. Os recursos naturais estão a esgotar-se, a atmosfera está a ficar cada vez mais poluída, as águas pluviais, cada vez mais ácidas por não terem substrato vegetal que as filtre, não têm como escoar devido à sobreconstrução e conseqüente impermeabilização das superfícies urbanas. As populações, que migraram dos campos para as

idades em busca de trabalho e de uma melhor qualidade de vida, fizeram com que os centros urbanos crescessem rápido de mais para a sua capacidade, e as perspectivas são de que continue a aumentar o número de residentes, criando núcleos satélite dormitórios. Circular a pé na cidade é desagradável, poucos são os espaços verdes, e o desenho das cidades portuguesas foi pensado maioritariamente para o veículo, o que torna a deslocação dos peões e velocípedes insegura.

É urgente repensar a cidade do futuro. Pensar numa cidade sustentável, onde peões e veículos coexistam em harmonia, uma cidade que seja mais autosustentável, que consiga limpar o ar, filtrar as águas, aproveitar os recursos naturais para se manter. Uma cidade que inclua todos, e que consiga aliar o conforto do campo com a conveniência da cidade.



**1 | Estado da Arte**

## **1.1 Jardins Suspensos da Babilónia**

### **1.1.1 História ou mitologia grega?**

Os Jardins Suspensos da Babilónia são conhecidos como uma das sete maravilhas do mundo antigo, sendo a única das sete que não apresenta dados arqueológicos, documentação ou textos que suportem a sua existência ou que a descreva física ou funcionalmente. Tudo o que chegou aos nossos dias foram lendas e histórias escritas por autores posteriores ao desaparecimento destes jardins. Não é possível, por estas razões, datar exactamente a sua construção, onde terão sido erguidos ou até mesmo se terão existido de facto.

Conta a lenda que se teriam localizado na margem Este do Rio Eufrates, na ancestral cidade da Babilónia, onde hoje se encontra a cidade de Hillah, no Iraque, indicando que datam de 600 a.C. (The seven wonders of the ancient world s.d.).

Os gregos antigos atribuíam a concretização de tal maravilha ao rei *Nebuchadnezzar II* como prenda para a sua mulher, *Amyitis*, de forma a que esta se sentisse num ambiente que lhe pudesse ser mais familiar, pois esta nascera numa terra verde, escarpada e montanhosa. Para que tal fosse possível, estes jardins tentavam mimificar da terra natal da rainha.

Outro historiador grego, *Herodotus* (450 a.C.), descreve esta maravilha em termos de dimensões, alegando que as paredes exteriores dos Jardins teriam aproximadamente 90 km de comprimento, 24 m de espessura e 97,5 m de altura.

Já o geógrafo grego *Strabo* (Séc. I a.C.) relata que os Jardins seriam como *“terraços abobadados, erguidos uns sobre os outros, suportados por pilares cúbicos. Estes são ocios e cheios de terra para permitir que as árvores de maior dimensão fossem plantadas. Os pilares, as abóbadas e os terraços são construídos de tijolo cozido e asfalto. A subida para o andar de cota mais elevada é feito por escadas, e ao seu lado situam-se os motores de água, por meio dos quais, pessoas especificamente destacadas para tal são continuamente utilizadas para a obtenção de água do rio Eufrates até aos Jardins”*.



Figura 1 - Gravura do artista holandês Martin Heemskerck, séc. XVI (Krystek 1998)

As ruínas de Babilónia foram descobertas no Sul do Iraque há 100 anos, e nas escavações nada do que teriam sido os imponentes jardins suspensos foi encontrado, nem mesmo uma reminiscência dos grandes pilares descritos por *Herodotus*, ou o sistema de irrigação que *Strabo* relatara, e quando revistos os escritos do rei *Nebuchadnezzar II*, este falava de templos, palácios e conquistas que fizera, mas nem uma referência a jardins era feita. Esta falta de ruínas e provas intrigou os arqueólogos e historiadores. Começou a pôr-se em questão se os Jardins teriam mesmo sido erguidos na antiga Babilónia e, acima de tudo, qual teria sido a forma de levar a água até ao topo desta construção de modo a manter a flora e fauna diversas que lá se descrevia existirem?

É possível que a confusão do lugar onde foram construídos estes Jardins tenha começado devido ao seu nome, e daí se ter feito a ligação à Babilónia, no entanto, a capital assíria de Nínive, a 400km a Norte da Babilónia, era conhecida como *Nova Babilónia*. Sustentando esta teoria, lê-se em textos antigos do líder assírio *Sennacherib* (704-681 a.C.) referências aos Jardins Suspensos, bem como a um sistema de irrigação composto por canais, barragens e aquedutos, e a um engenho em forma de tronco de palmeira, como este descreve, hoje conhecido como *parafuso de arquimedes*, que só viria a ser “inventado” 300 anos depois da construção dos Jardins, por *Arquimedes*.

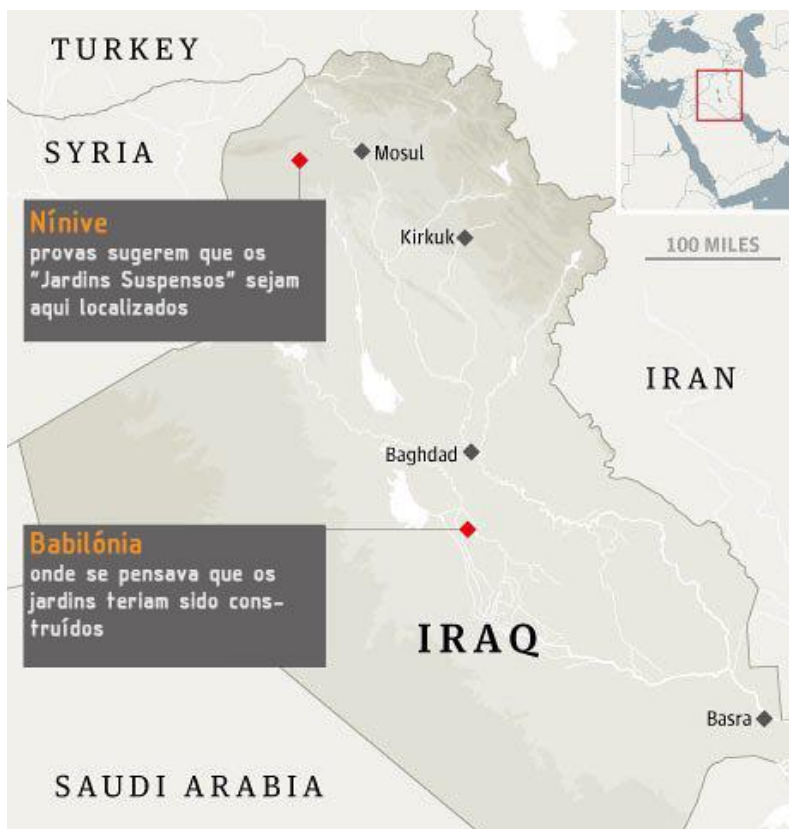


Figura 2- Mapa com a localização geográfica da Babilónia, onde se pensava terem sido construídos os jardins, e de Nínive, onde se pensa poderem ter sido construídos (Alberge 2013)

Esta teoria é despertada pela britânica *Stephanie Mary Dalley*, uma estudiosa do Antigo Médio Oriente. Durante o documentário *Secrets of the Dead – the Lost Gardens of Babylon*, esta tenta demonstrar como resolveu as duas questões anteriormente levantadas sobre a localização e modo de irrigação desta obra.

A autora justifica a atribuição da construção dos Jardins ao rei assírio *Sennacherib* após se ter descoberto um escrito que este escondeu na parede das fundações do seu palácio, “*para que, quando o palácio caísse, as pessoas pudessem ainda ver o grande rei que ele tinha sido*” (Dalley 2013). Nestes escritos ele diz ser “*o rei da Assíria, rei do mundo*”, e faz um roteiro de todas as suas conquistas.

*Sennacherib* viveu 700 anos antes de Cristo e detinha um império que se estendia desde o Sul da Turquia até à Israel contemporânea.

O rei escreve sobre este “*jardim elevado imitando as montanhas*”, dizendo “*Eu elevei a altura da envolvente do palácio para ser uma maravilha para toda a gente*”. Consegue-se ter uma noção do lado extravagante do jardim, repleto de árvores de fruto exóticas e plantas do seu império.



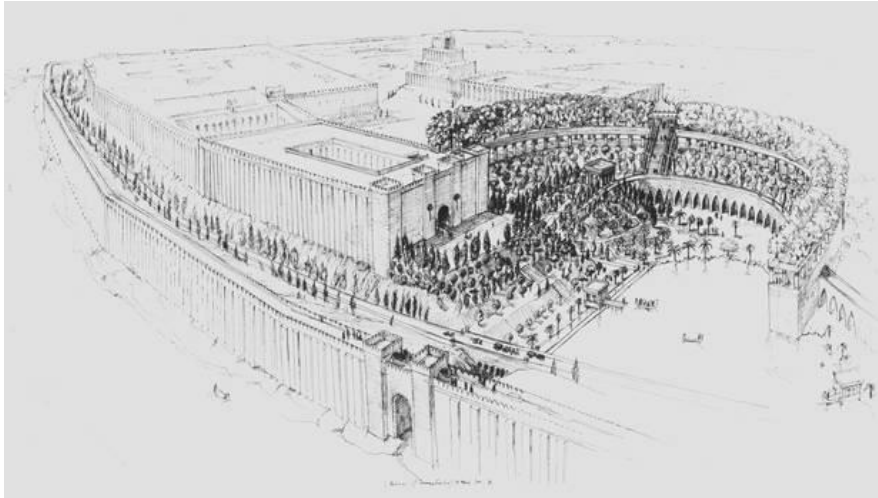
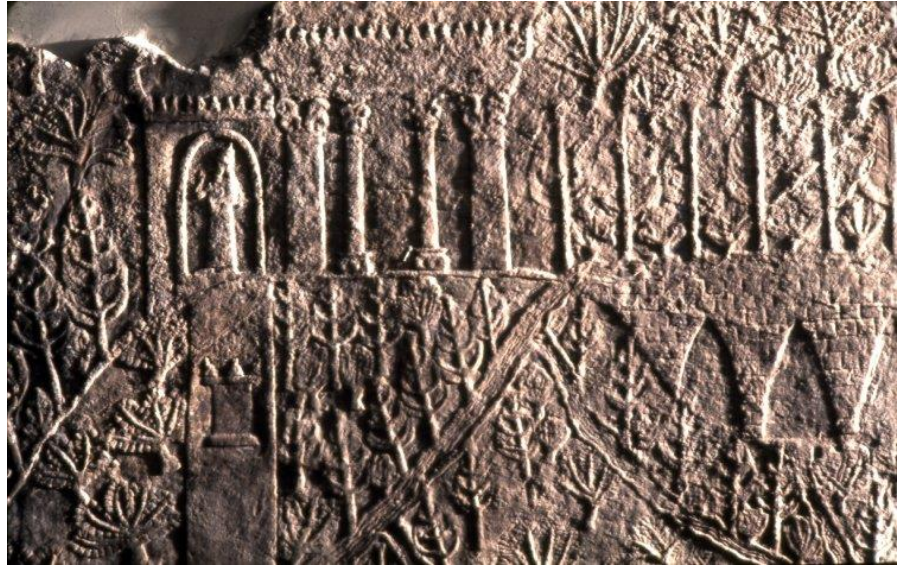


Figura 3- Gravura dos jardins com base no que Dalley leu dos antigos escritos gregos, que os descreviam com uma forma semelhante à de um anfiteatro grego, na continuação do grande e imponente palácio de Sennacherib. (Dalley 2013)

A teoria de *Stephanie* é ainda mais fortemente suportada quando esta encontra um painel em baixo relevo que terá sido levado da antiga capital assíria para o Museu Britânico, painel esse que terá ficado conhecido como “o relevo do Jardim”, e onde figura o complexo do palácio e o jardim, e árvores suspensas em terraços e plantas suspensas em arcos, com água que ia dos jardins até a um rio ao fundo da imagem. Este painel teria sido ignorado até então porque não vinha da Babilónia, onde se jurava ter sido erguida uma das 7 Maravilhas do Mundo.

Figura 4 - Parte de "O Relevo do Jardim", mostrando as árvores suspensas umas em cima das outras, sobre arcos, canais de água que sobem, e parte do aqueduto que levava a água até à capital assíria, Nínive. (Hanging Gardens of Babylon in Assyrian Nineveh 2015)



Na sua expedição à actual Mossul, antiga Nínive, *Stephanie* explica o relevo estudado com as ruínas que lá se encontram ainda. O canal de água que se observa no painel teria nascido do desvio do rio, por intermédio da colocação de uma pedra enorme no seu leito e do engenhoso cálculo que se fez na época, sendo que em cada quilómetro de canal se descia um metro

de altitude, acrescentando força ao canal, levando a água desde Khinis até Nínive.<sup>555</sup>



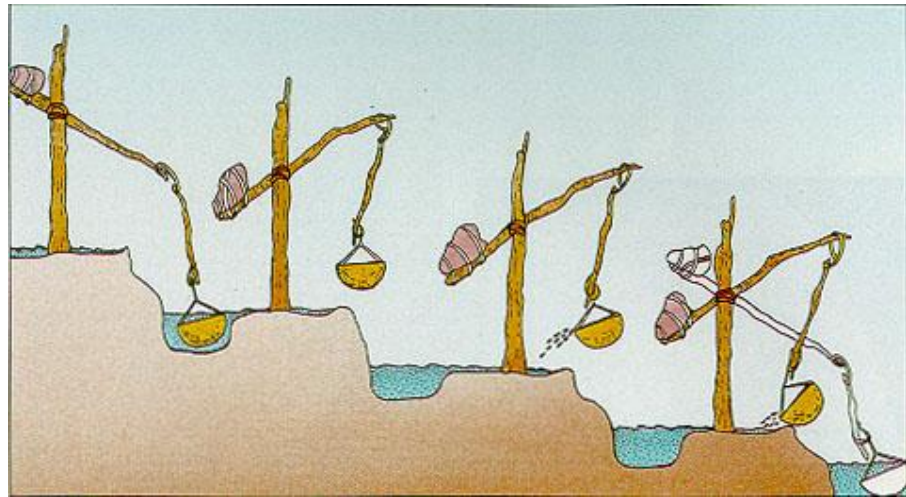
Este canal teria cerca de 97km de comprimento, com 100m de largura e 20m de profundidade. Um aqueduto, construído em Jerwan por *Sennacherib* e os seus engenheiros, um dos aquedutos mais antigos da história, levaria a água através de um vale até à capital de Nínive. A água chegaria até metade da altura dos jardins, irrigando todos os níveis abaixo deste. Coloca-se aqui a outra questão fundamental para o entendimento da engenharia do mencionado rei – como teria ele conseguido manter os níveis superiores, fornecendo-lhes cerca de 300 toneladas de água (sensivelmente 75 000 baldes) todos os dias?

*Stephanie Mary Dalley* e a sua equipa testaram várias teorias que criam poder ter sido utilizadas, como o *Shaduf*, um termo árabe antigo que se poderá traduzir para *picota*, um “dispositivo móvel que funcionava com movimento pendular. Consistia de uma haste de madeira, presa no meio a

Figura 5 - Desenho do desvio do rio e criação do canal que levaria a água de Khinis até Nínive(Green 2014)

um ponto de apoio. Em uma das extremidades temos um peso, que serve para contrabalançar o peso da água, e na outra, um recipiente que se coloca na água, fazendo-o encher. Este dispositivo era utilizado para levar água de locais mais baixos para locais mais altos, alimentando assim todo o sistema de canais e reservatórios de água, ampliando a área cultivada e armazenando água para o período de seca.” (Serres 2012). Mas esta revelou-se uma técnica demasiado lenta, com a qual seriam precisas 15 cadeias de *Shadufs*.

Figura 6 - Sistema de Shadufs a trabalhar em cadeia, irrigando água. (Serres 2012)



Nos escritos de *Sennacherib*, lê-se como este teria resolvido o problema de irrigação dos jardins, descrevendo o engenho como “um grande

*tronco de árvore palmeira*”. A expressão cuneiforme que usa e se traduz para “um grande tronco de árvore”, seria o termo matemático usado na época para descrever um *cilindro oco*, como o tronco de uma árvore, literalmente. A palavra “palmeira” servia para descrever o que ainda “não tinha sido inventado” – o parafuso de Arquimedes, que se pensou que só teria aparecido 400 anos depois, com a invenção do próprio matemático e inventor grego, *Arquimedes*. Descreveria uma forma de padrão espiral, funcionando como uma hélice. Após decifrar e testar o que *Sennacherib* descreveu como sendo o método utilizado, *Stephanie* estima que cada parafuso pesasse cerca de 2 toneladas em bronze, puxados por cordas, e que seriam precisas apenas 2 cadeias de 8 parafusos, com apenas 1m de elevação entre eles, para irrigar os jardins.

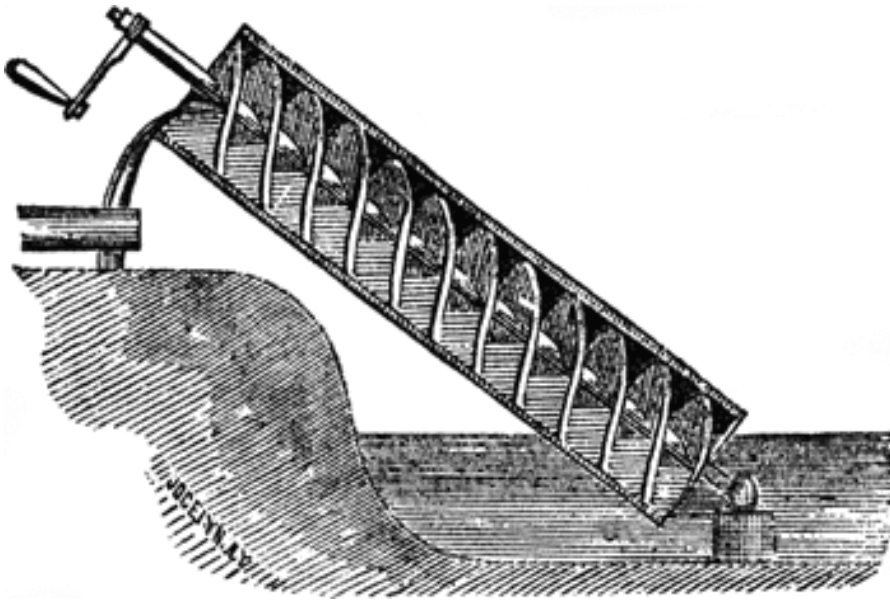


Figura 7- Parafuso de Arquimedes. Mecanismo que teria sido utilizado para irrigar os jardins. (Dalley 2013)

### **1.1.2 Contributos**

Apesar da incerteza quanto à verdadeira localização dos Jardins Suspensos da Babilónia, estes são considerados uma das maiores obras de engenharia dos povos antigos. As descobertas que *Stephanie Dalley* fez em Nínive sobre o método utilizado por *Sennacherib* para levar água até à sua capital, e dessa forma ter-lhe sido possível construir os Jardins Suspensos, foi um passo enorme na compreensão do mundo antigo e, sobretudo no âmbito desta dissertação, na apreensão de conhecimento e demonstração da vontade que já existia de construir jardins nas coberturas.

Foi, talvez, esta maravilha e os relatos e gravuras que se foram produzindo e passando de geração em geração, que levaram ao desenvolvimento da vontade de outros povos de trazer os jardins para cima das suas casas e essa vontade foi sendo mantida, os métodos aperfeiçoados e o conhecimento aprofundado.

## **1.2 Coberturas Planas**

### **1.2.1 Origem**

O telhado, ou cobertura, surgiu como forma de proteger o habitat do frio, das chuvas, do sol, do vento e de temperaturas extremas. As primeiras coberturas terão sido construídas com matérias vegetais (palha), peles, pedra e terra argilosa, pois eram os materiais que a natureza providenciava.



As coberturas planas são todas as coberturas com pendente de referência de valor inferior a 8% de inclinação. Na verdade, não são totalmente planas, devido à necessidade de escoar as águas da chuva.

O uso deste tipo de coberturas terá começado na antiga Mesopotâmia, sendo este tipo de construção característico da arquitectura egípcia, persa e árabe, pois são regiões de clima árido, com pouca precipitação e reduzida probabilidade de criação de gelo. Nestas regiões, as coberturas são vistas como locais de recreio e reunião familiar.

As grandes transformações de aplicação destas coberturas ocorreram com o aparecimento da pré-fabricação e de novos materiais de construção, como o vidro laminado, o aço, o alumínio, peças de madeira e cerâmica pré-fabricadas, matérias plásticas e betuminosas.

Foi no séc. XX, com o Movimento Moderno da arquitectura, que estas atingiram o maior êxito e expansão na Europa e América. Os princípios compositivos deste movimento, os novos materiais impermeáveis e a simplificação dos processos construtivos tornaram possível, no início do século passado, o sonho dos arquitectos de conseguir, através do plano horizontal perfeito, o remate dos edifícios.(Raposo 2003)

Era ainda uma mais valia a nível sociológico, pois proporcionava a utilização colectiva por parte de todos os ocupantes, sendo este um princípio apresentado por *LeCorbusier* na sua *Unité d'Habitation*, de Marselha, como a nova e melhor forma de viver a *máquina de habitar*.(Raposo 2003)

*Ludwing Mies Van der Rohe*, outro importante arquitecto do Movimento Moderno, contribuiu também para que estes telhados

ganhassem o seu lugar na arquitectura desta época. Vendo o vidro, o aço e o betão como os heróis das suas obras, *Mies* foi um grande reivindicador deste tipo de coberturas.

As coberturas planas foram entendidas pelos arquitectos do movimento arquitectónico acima citado como um dos avanços vanguardistas tecnológicos e estéticos da época, estando hoje em crescente desenvolvimento com o aparecimento de novos materiais e sistemas de concepção. É ainda o sistema de telhado mais eficiente economicamente, pois permite utilização total de todo o espaço acima e abaixo deste, utiliza menos material na sua construção do que as coberturas tradicionais, providencia espaço para colocação de painéis solares, espaço de recreio ao ar livre e colocação de espaços verdes (coberturas ajardinadas). É ainda utilizado como área de secagem de roupa, armazenamento, criação de animais, área de aterragem de helicópteros, zonas desportivas ou restauração.

### **1.2.2 LeCorbusier - Os cinco pontos de uma arquitectura – Coberturas Ajardinadas**

*Charles-Edouard Jeanneret-Gris*, ou, como era conhecido, *LeCorbusier*, exerceu a maior parte da sua carreira em arquitectura durante a primeira metade do séc. XX, enquanto a Europa e a América do Norte se debatiam com um grave problema de falta de habitação social para os milhões de trabalhadores que se concentravam em algumas cidades, sem



recursos financeiros para adquirirem qualquer tipo de alojamento, tendo que se amontoar em bairros de lata, sem condições e higiene.

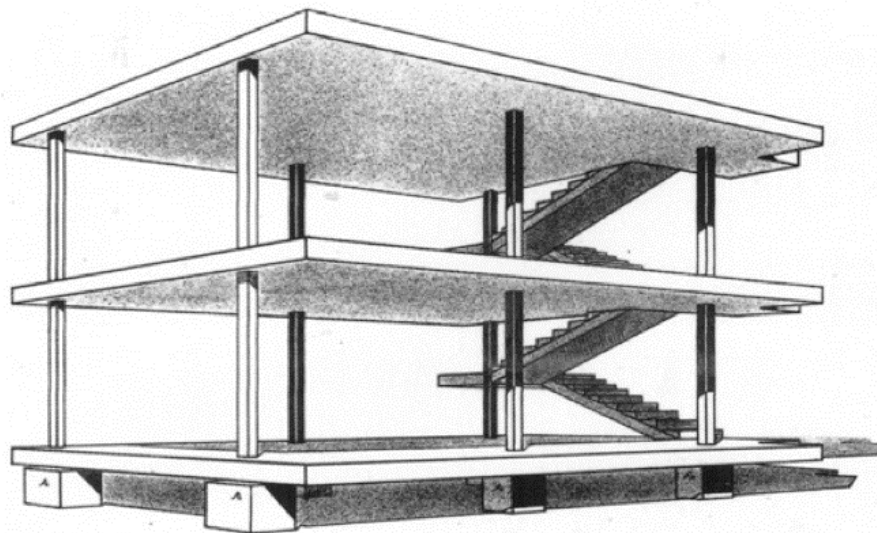
*“Estamos a lidar com um urgente problema da nossa época, não mais com O problema da nossa época. O equilíbrio da sociedade resume-se a uma questão de construção. Concluimos com estas alternativas justificáveis: Arquitectura ou Revolução.”* (LeCorbusier 1986, 8)

Como anteriormente citado, *LeCorbusier* foi um dos maiores arquitectos do Movimento Moderno, tendo dedicado a sua vida à procura de um tipo de arquitectura que fornecesse melhores condições de vida aos cidadãos em cidades superlotadas no pós Segunda Guerra Mundial. *“(…) Isso exige um estudo minucioso de todos os detalhes relacionados com a casa, e uma estreita procura de um padrão, ou seja de um modelo. Quando este modelo for criado, estaremos já aos portões da beleza (como o automóvel, o camião, o avião). Pois a casa de produção em massa vai impor unidade nos vários elementos, janelas, portas, métodos de construção, materiais.”* (LeCorbusier 1986, 237)

Com o aparecimento de novos materiais construtivos no séc. XIX, na Europa, como o aço, que tem uma grande resistência à tracção, quando embebido em betão, de boa resistência à compressão e prevenindo o primeiro da oxidação e de temperaturas de fusão em caso de incêndio, surge o betão armado. Este, sendo extremamente resistente e não carecendo de mão-de-obra especializada, foi o material de eleição deste arquitecto franco-suíço.

Quando, em 1914, apresenta o modelo *Dom-ino* (fig.8), pode já perceber-se alguns dos princípios que este publicará mais tarde na revista *L'EspritNouveau*, em 1921, e, posteriormente, no seu livro *Vers une Architecture*, em 1923.

Figura 8 – Desenho da casa Dom-ino, LeCorbusier, 1914. (Crossan 2012)



Esta estrutura é constituída por lajes, pilares e fundações, feita em betão armado, demonstrando uma ordem racional e funcional de proporção e forma. Aqui enuncia o princípio da planta e fachada livre, pois os pilares são recuados em relação às margens das lajes, libertando as paredes exteriores da sua anterior função estrutural.

*Vers une Architecture* é uma colecção de 7 ensaios, ao estilo de manifesto, escritos por LeCorbusier para a revista *L'EspritNouveau*, onde este defende e explora os conceitos da Arquitectura Moderna. Todos os

ensaios impõem um abandono da visão ecletista e *art deco* da época que estaria prestes a acabar, atribuindo, agora, à arquitectura um papel de mudança de espírito e mentalidade, alterando a forma como os seres humanos interagiriam com os edifícios, baseada na função e na forma pura e racional.

*“Uma grande época começou. Existe um novo espírito. A Indústria (...) forneceu-nos novas ferramentas adaptadas a esta nova época, animada pelo novo espírito (...). Nós devemos criar o espírito da produção em massa. O espírito de construir casas de produção em massa. O espírito de viver em casas de produção em massa. O espírito de conceber casas de produção em massa. Se eliminarmos dos nossos corações e mentes todos os conceitos mortos relativamente à casa e olharmos para a questão de um ponto de vista crítico e objectivo, devemos chegar à “Casa-Máquina”, a casa de produção em massa, saudável (...) e bela da mesma forma que as ferramentas de trabalho e instrumentos que acompanham a nossa existência são belos. Belos também com toda a animação que a sensibilidade do artista pode adicionar aos severos e puros elementos funcionais.” (LeCorbusier 1986, 227)*

É no penúltimo ensaio deste seu livro que o autor refere os *cinco pontos de uma nova arquitectura*, ainda que não os elencando, mas explicando-os como necessidades de acompanhamento da nova era – a Industrial – e do novo espírito, em alguns dos seus projectos. “(...) A casa não será mais esta coisa solidamente construída que pretende desafiar o tempo e o perecimento, e que é um luxo caro através do qual se pode

*mostrar riqueza; será uma ferramenta como o automóvel se está a tornar numa ferramenta.” (LeCorbusier 1986, 237)*

O arquitecto exaltava a importância da tecnologia e do desenvolvimento da indústria como factores decisivos para o início da mudança de atitude no campo arquitectónico. *“A consideração da técnica vem em primeiro lugar, antes de tudo, e constitui a sua condição o facto de ela trazer dentro de si consequências plásticas inevitáveis, e de levar algumas vezes a transformações estéticas radicais”.*(Banham 1926)

Estes princípios arquitectónicos ditavam a sua técnica, tendo sido totalmente concretizados pela primeira vez no seu projecto de habitação *Villa Savoye*, ainda que estes tivessem orientado, em parte, a concepção das suas primeiras casas. *LeCorbusier* criara um repertório formal que se adaptava às novas possibilidades tecnológicas, considerando, especialmente, a impermeabilização e as estruturas em betão armado.(Maciel 2002)

Os 5 cânones são:

- Pilotis – sistema de pilares que permitem que o edifício seja elevado do nível do solo, deixando livre a circulação pedestre e automóvel sob este.
- Planta livre – as paredes são libertas da sua função estrutural, por intermédio da colocação dos pilares de betão armado, permitindo, assim, um desenho livre das paredes, não necessitando estas de estar exactamente no mesmo local que as dos pisos acima ou abaixo e dando a possibilidade de criar maiores *open spaces*.

- Fachada livre – deriva, também, da libertação das paredes da sua função estrutural, podendo o arquitecto desenhar a fachada sem impedimentos, solucionando, com liberdade total, problemas de ventilação, iluminação, vistas, etc.
- Janelas em banda – possibilitadas pela *fachada livre*, podem agora ser rasgados, à volta de todo o edifício, grandes vãos horizontais circundando o edifício, sem que isso represente fragilidade estrutural. Desta forma, é assegurada uma vista total do horizonte, sem obstáculos visuais. A luz natural que penetra do edifício é uniformemente dividida pelas divisões, eliminando os cantos escuros.
- Cobertura ajardinada – tem a intenção de recuperar a área ocupada pelo edifício, devolvendo o seu uso, ajardinado, aos habitantes da casa. Isto só seria possível graças ao desenvolvimento tecnológico das lajes de betão armado e da impermeabilização.

O melhor exemplo, dentro do tema da presente dissertação, será, talvez, o seu projecto das *Immeuble Villas*, de 1922. Inspirado pelo mosteiro *Certosa di Pontignano* (fig.9), durante uma viagem a Itália, *LeCorbusier* terá ficado fascinado com as celas dos monges. Estas eram construídas como casas separadas, cada uma equipada com o seu próprio jardim e envolvidas por um muro de pedra.

Figura 9 – Imagem aérea do mosteiro de CertosaDiPontignano. (Albernati 2016)



Na sua busca por formas eficientes de alojar grandes números populacionais, respondendo à crise de habitação que se vivia um pouco por toda a Europa, o arquitecto terá visto neste projecto italiano do séc. XIV uma maneira digna de habitar. O princípio básico destes aposentos de monges eram os dois andares em que a habitação se dividia e a forma como se abriam para um jardim independente em forma de L.

Na sua versão de “cela”, *LeCorbusier* adopta uma forma em L para o módulo, onde o jardim ocupa o vazio do todo quadrangular (fig. 10). Cada um teria aproximadamente 11,5 metros de comprimento, com 130 m<sup>2</sup> de área. Teriam um quarto de maiores dimensões partilhado para as crianças, um quarto com *budoir* para os pais, uma casa de banho, uma sala de desportos, um escritório e uma sala de estar de duplo pé-direito. As máquinas domésticas substituiriam a mão de obra de uma empregada

interna, não sendo este tipo de trabalho necessário. “(...) eles vêm aqui, como iriam a uma fábrica, e fazem as suas 8 horas.” (LeCorbusier 1986, 249)

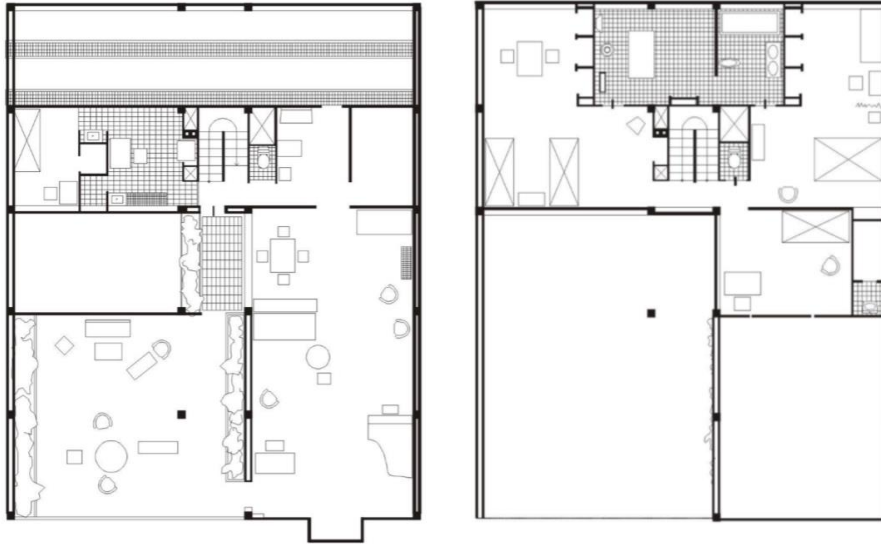


Figura 10 – Plantas do Piso 0 e 1 de uma maisonette. (Malott, et al. 2015)

As *Immeuble Villas* (fig. 11) seriam conjuntos de 120 módulos – chamados *maisonettes* – empilhados uns em cima dos outros, descrevendo edifícios enormes, de 400x200m, que envolveriam um jardim central, ao estilo do mosteiro italiano. Tal como no mosteiro, o acesso aos apartamentos era feito por um corredor de 2,5 metros de largura que circundava o jardim interno. Um grande hall marcaria a entrada do complexo residencial, sendo provido de porteiro. Na cobertura teria uma zona desportiva, com pista de corrida, sendo entendido como uma zona de recreio



Figura 11 – Desenho de como seria uma ImmeubleVilla. (Malott, et al. 2015)

para todos os habitantes do edifício. Na cobertura das garagens haveria um grande campo de ténis coberto.



Contudo, esta era uma ideia extravagante de mais para a época, não sendo vista como habitação social, apesar do seu custo ser reduzido devido à possibilidade de produção em massa dos seus elementos e de conter no seu projecto todos os cânones defendidos pelo arquitecto. Posto isto, apenas um protótipo de *maisonette* foi construído para integrar o pavilhão *L'Esprit Nouveau* na Exposição Internacional de 1925 de Paris.

Figura 12 – Protótipo de maisonette construído para a Exposição Internacional de 1925 de Paris. (Malott, et al. 2015)





### 1.2.3 Coberturas Ajardinadas

Há mais de 2 mil anos atrás, os mesopotâmicos plantavam árvores nas coberturas dos seus grandes zigurates, por forma a homenagear os seus deuses. Os Romanos, passado meio século, utilizavam coberturas verdes nos seus templos e mausoléus, nos telhados das lojas dos comerciantes de Pompeia, onde cultivavam videiras, e podemos ainda referir o antigo historiador *Plínio* que escreveu sobre as árvores que eram importadas para construção desse mesmo tipo de coberturas durante o império romano. Os Vikings, no séc. VIII, utilizavam camadas de relva nas paredes e telhados das suas casas, por forma a se protegerem dos ventos fortes e chuvas. Durante o Renascimento, a partir de finais do séc. XIV, em Itália, era comum haver jardins nas coberturas das habitações de Génova. Há registo de jardins verticais suspensos no México, Índia e em algumas casas espanholas, datando ao séc. XVI. Na Rússia, os jardins suspensos foram favorecidos no século XVII do Kremlin, e no século XX, os telhados verdes e os jardins suspensos estão presentes nas casas em Tashkent, Tbilisi e Dshanbe e até mesmo no aeroporto de St. Petersburg. Em França do século XVIII, os jardins verticais foram construídos por razões estéticas, incluindo as "paredes verdes" do Princ De Condé que compunham a sua sala de jantar ao ar livre. (S. W. Peck 1999, 11,12)

As coberturas ajardinadas não são uma novidade moderna ou algo que surgiu devido a inovações técnicas ou à descoberta de novos materiais. Estas terão, sim, surgido por razões estéticas, motivos de adoração, mas

maioritariamente pela necessidade de controlar as condições térmicas do espaço interior.

As coberturas verdes respondem, assim, à necessidade de isolar do calor extremo, nas regiões áridas, e à necessidade de o reter, onde as temperaturas negativas se fazem sentir, e esta sua capacidade extraordinária deve-se maioritariamente à mistura da camada vegetal com a de solo. Podemos, assim, assumir que este tipo de construção seria popular devido ao seu óptimo desempenho térmico.(Osmundson 1999)

A visão que Peck nos retrata no seu trabalho, em 1999, *GreenbacksfromGreenRoofs: Forging a newindustryin Canada*, é a de que este tipo de construção era “*visto principalmente como uma prática de construção folclórica ou vernacular*” até aos meados do séc. XX. Após esta data, esses telhados começaram a ser bastante utilizados no Norte da Europa, especialmente na Alemanha, Suíça, Áustria e Escandinávia. Peck aponta esta mudança para as “*preocupações crescentes quanto à qualidade degradada do ambiente urbano e ao rápido declínio do espaço verde em áreas intensamente desenvolvidas. No começo dos anos 60, as tecnologias de terraços verdes foram desenvolvidas e aperfeiçoadas em muitos países, particularmente na Suíça e na Alemanha. Na década de 70 realizou-se uma quantidade significativa de pesquisa técnica sobre os diferentes componentes da tecnologia de telhados verdes, incluindo estudos sobre agentes repelentes de raízes, membranas impermeáveis, drenagem, meios de cultivo leves e plantas.*”(S. W. Peck 1999, 12). A Alemanha tornou-se, então, num dos países pioneiros no desenvolvimento de técnicas modernas e na educação e difusão deste tipo de construção, pois note-se que durante

os anos 80 o crescimento deste tipo de cobertura foi de 15% a 20% ao ano, totalizando 10 milhões de metros quadrados de telhados verdes no ano de 1996 na Alemanha. Este expressivo crescimento foi estimulado por leis municipais, estaduais e federais que subsidiavam cada metro quadrado de cobertura verde a construir. E já se registam participações governamentais na ordem dos 60% para a construção e manutenção deste sistema em 40% das suas cidades.(S. W. Peck 1999)

Nos dias de hoje, as coberturas ajardinadas são uma área de negócio em franca expansão, já representada por uma indústria poderosa e organizada. Por outro lado o reconhecimento público das enormes vantagens ambientais, sociais e psicológicas deste tipo de instalação, levou ao estabelecimento de incentivos, por parte de alguns governos, para que se comece a adoptar este tipo de solução construtiva.(Neoturf 2012)

Esta quase necessidade de aplicação deste tipo de construção prende-se com o estado actual do meio ambiente e com o impacto que a forma como construímos nas zonas urbanas têm na rápida deterioração deste. As coberturas nas cidades são interpretadas como um *deserto construído pelo homem*, mas os desertos são habitats vivos, logo não será possível fazer esta comparação. O que as coberturas urbanas são, na sua maioria, é um lugar estéril, de superfícies betuminosas ou cerâmicas, violentos contrastes de temperatura, ventos fortes, onde acumulamos “lixo tecnológico” que queremos esconder ou esquecer que existe, e que desprezam a água. Mas com as melhorias tecnológicas na impermeabilização e controlo de raízes é possível tornar os telhados verdes numa prática comum da arquitectura dos grandes centros urbanos. A ideia de *cidade* tem vindo a mudar, deixando já

de ser vista como uma antítese da *natureza*. Sentimos necessidade de *naturalizar* as cidades, tornando-as mais habitáveis para humanos, e não só.(Klinkenborg 2009)

*Klinkenborg* escreve, no artigo publicado pela *National Geographic*, sobre o papel das coberturas verdes no que respeita à influência destas na redução da temperatura superficial e amenizar do efeito das ilhas de calor urbanas, na filtragem, drenagem e reaproveitamento das águas pluviais, prevenindo cheias, aumentando o tempo de vida dos esgotos e melhorando a qualidade da água, na importância da existência de espaços urbanos onde a fauna e flora possam existir e marcar a diferença positivamente, na poupança de energia em climatização artificial, e na durabilidade dos materiais de construção.

- **Intensivas VS Extensivas**

As novas técnicas reconhecem dois tipos de classificação, sendo elas as coberturas ajardinadas intensivas e as coberturas ajardinadas extensivas, ou “*high-profile*” e “*low-profile*”, respectivamente, caracterizando assim, esta segunda designação, o tipo de manutenção exigida em cada um dos casos. O mesmo pode ser verificado na imagem abaixo apresentada.

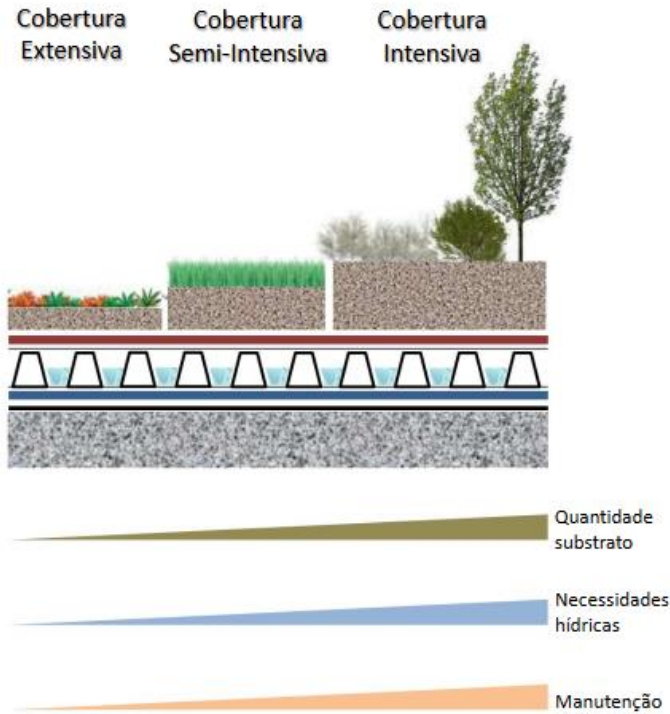


Figura 13 – Diagrama de relação das necessidades dos diferentes tipos de cobertura. (Fonte: [http://issuu.com/clorofilatotal/docs/clorofila\\_coberturasajardinadas\\_fic\\_hatecnica1](http://issuu.com/clorofilatotal/docs/clorofila_coberturasajardinadas_fic_hatecnica1))

A decisão da escolha do tipo de cobertura a adoptar é tomada entre o dono de obra e o arquitecto, respondendo à finalidade de utilização pretendida para este elemento.

Uma síntese das principais diferenças entre as duas opções pode ser lida na tabela 1, abaixo.

Tabela 1 – Tabela síntese dos dois tipos de coberturas ajardinadas. (Pinto 2014)

	<b>Cobertura Ajardinada Intensiva</b>	<b>Cobertura Ajardinada Extensiva</b>
<b>Manutenção</b>	Alta	Baixa
<b>Espessura do solo</b>	> 15cm	< 15cm
<b>Peso</b>	180 – 500 kg/m <sup>2</sup>	60 – 150 kg/m <sup>2</sup>
<b>Tipo de Plantas</b>	Perenes, herbáceas e árvores	<u>Sedum e Sempervivum</u>
<b>Rega</b>	Regular	-
<b>Custo</b>	Alto	Baixo
<b>Acessibilidade</b>	Frequente	-

#### Coberturas Ajardinadas Extensivas

Neste tipo de sistema existe um menor número de camadas constituintes, de espessuras mais reduzidas, tornando-o um sistema mais leve e barato.

A vegetação das coberturas verdes extensivas apresentam uma altura de cerca de 50 mm, tem um crescimento médio e requer pouca manutenção sendo escolhidas tendo em conta a sua capacidade de sobreviver naturalmente, e são principalmente desenvolvidas para efeitos estéticos e ecológicos. A maioria auto sustenta-se, não necessitando de fertilizante nem de muita água, pelo que, em geral, não requerem irrigação, embora algumas

espécies requeiram irrigação aquando do cultivo. A instalação é geralmente menos dispendiosa do que a das coberturas verdes intensivas.(Osmundson 1999)

Devido ao facto de, na maior parte dos casos que utilizam o sistema extensivo não apresentarem camada de drenagem, existe um risco elevado de infiltrações, pelo que a camada impermeabilizante deve garantir flexibilidade e suficiente resistência à tracção para que não se verifiquem entradas de água do exterior para o interior. As opções variam entre mastique asfáltico, PVC, poliéster reforçado com fibra de vidro, borracha sintética, ou materiais betuminosos reforçados com poliéster. As camadas impermeabilizantes devem ser ainda cobertas por uma camada que as proteja dos danos que as raízes possam causar, do movimento estrutural, e da temperatura.

Tendo em conta a inexistência da camada drenante, a drenagem das águas é geralmente feita pela pendente da cobertura, de forma natural. Esta deve ser, no mínimo de 1.5% a 2%, suportando pendentes até 30%, sendo que nas inclinações mais acentuadas é necessário prever medidas que impeçam o deslizamento do solo e plantas.

#### Coberturas Ajardinadas Intensivas

As coberturas verdes intensivas, são aquelas que requerem uma manutenção intensiva, têm um crescimento médio e profundo, que permite o uso de árvores e arbustos, podendo incorporar tudo o que um jardim existente ao nível do chão apresenta, nomeadamente árvores, arbustos, canteiros de flores, relva e lagos.(Simões 2012)

São construídas para efeitos estéticos e ecológicos, mas principalmente para promover o contacto dos utilizadores com a natureza, sendo, na sua maioria, acessíveis e proporcionando espaços de recreio.

As árvores e os arbustos são muito importantes para as aves, na medida em que fornecem comida e abrigo. Na escolha de árvores e arbustos, dever-se-á optar por espécies que proporcionem flor, para que durante a primavera possam servir de alimento aos insectos, proporcionar sementes e frutos para alimentar aves ao longo do ano. As sebes são importantes para cortar o vento, proporcionando abrigo para outras plantas. Frequentemente podem ser colocadas treliças para ajudar as árvores e arbustos no seu crescimento.(Osmundson 1999)

A diversidade das plantas adoptadas será proporcional ao nível de manutenção exigido. O peso deste tipo de coberturas deve ser levado em conta na fase de projecto, dimensionando a lage de suporte e a estrutura para tal, e a rega, fertilização e poda devem também ser levados em conta nessa fase e no posterior ciclo de vida que a cobertura terá, pois é um sistema que requer uns sistemas de irrigação extenso e por vezes complexo.

O solo a utilizar tem que garantir uma boa capacidade de reter humidade, boa permeabilidade à água, boa capacidade de retenção de ar, nutrientes, boas propriedades de enraizamento das plantas, mínima degradação orgânica e resistência ao gelo e erosão pelos ventos fortes.

- **Componentes das Coberturas Ajardinadas**



Os telhados verdes, para que sejam eficientes, e quando devidamente projectados, são constituídos pelas principais camadas abaixo enunciadas.

- ✓ Laje: Elemento estrutural que irá suportar grande parte do peso da cobertura ajardinada, devendo, então, estar dimensionada nesse sentido, garantido a resistência mecânica às cargas permanentes, como o peso das camadas que integram este tipo de sistema e o peso das pessoas que nela caminharem, se for o caso, e às cargas acidentais, como a acumulação de água ou a ocorrência de neve.
- ✓ Camada de forma: Colocada directamente sobre a laje, é utilizada para garantir a pendente necessária à drenagem das águas pluviais, nunca inferior a 2% de inclinação. Esta camada é constituída, geralmente, de betão leve de argila expandida, betão leve de granulado de cortiça ou betão celular.
- ✓ Camada de impermeabilização: Esta será a camada que protegerá a laje de infiltrações de água do exterior para o interior do edifício. No caso das coberturas ajardinadas, protege ainda a penetração de raízes na camada de suporte. Os materiais utilizados são variados, sendo os mais comuns os de origem betuminosa. Para proteger da entrada de raízes, pode ser empregue uma membrana de polietileno.
- ✓ Isolamento térmico: O objectivo desta camada é o de minorar as diferenças térmicas entre o interior e o exterior do edifício. A sua espessura é directamente inversa à espessura da camada vegetal, que acaba por desempenhar este papel, pelo que em coberturas ajardinadas intensivas não haverá necessidade de

colocar isolamento térmico. Quando existe esta necessidade, o material mais comumente utilizado será o poliestireno extrudido.

✓ Camada drenante: A drenagem da água em excesso é fundamental para o bom funcionamento da cobertura, por isso esta é uma das mais importantes camadas, sendo constituída por materiais como argila expandida, brita ou seixos, variando entre 7 a 10cm de espessura. Com a evolução deste mercado, foram desenvolvidas camadas drenantes que já possibilitam não só o escoamento da água excedentária, mas que também prevêm o armazenamento de água, o alargamento da zona de raízes, e a ventilação do sistema, esses materiais são à base de borrachas ou plásticos, sendo mais leves, possibilitando maior carga às outras camadas.

✓ Camada filtrante: A sua função é impedir que as partículas da camada de solo sejam arrastadas para o sistema de drenagem, pelas chuvas ou regas, o que causaria o entupimento desse sistema e impediria a ventilação. O material mais utilizado são as mantas geotêxtis.

✓ Solo: Camada constituída por um substrato orgânico que deve assegurar os minerais necessários às plantas e uma boa drenagem das águas. Vários podem ser os critérios utilizados na escolha do solo, como o tamanho do grão, a sua resistência à geada, a sua estabilidade estrutural, a permeabilidade que apresenta à água, a resistência à erosão, o seu PH, entre outros. A sua espessura varia consoante o tipo de plantas que se queira adoptar na camada superficial, sendo que nas coberturas ajardinadas extensivas varia entre os 5 e os 15 cm. Espessuras superiores são aplicadas nas coberturas ajardinadas intensivas, podendo assim suportar plantas de maior porte e com maiores necessidades minerais.

- ✓ Vegetação: A escolha das plantas passa pela avaliação de alguns factores primordiais como o conhecimento do clima local, a exigência de manutenção que requererá, os índices pluviométricos e a exposição solar. Nas coberturas extensivas são adoptadas plantas que resistam bem a condições atmosféricas mais extremas e que não necessitem de manutenção regular, como o Sedum e a Sempervivum. Nas coberturas intensivas, a oferta pode ser entendida como ilimitada, quase, sendo que estas devem conseguir resistir à alta radiação solar e aos ventos fortes, podendo, assim, utilizar-se plantas perenes, plantas herbáceas ou até mesmo árvores.

- **Vantagens**

Segundo *Peck e Kuhn*, no artigo *Design Guidelines for Greenroofs*, verificam-se vantagens sociais, económicas e ambientais, tanto ao nível privado do dono de obra, como ao nível público.

Ao nível privado, identificam-se as seguintes:

- ✓ Poupança de energia – No verão, o substrato vegetal protege o edifício da radiação solar intensa, garantindo uma temperatura amena no interior do edifício, possibilitando uma redução da utilização de meios mecânicos para refrigerar o ambiente interior, e através da evapotranspiração ajudam a reduzir a temperatura das zonas envolventes. No inverno, o substrato

vegetal actua como isolamento térmico extra, ajudando a reduzir a quantidade de energia despendida no aquecimento do edifício. Esta poupança de energia é mais notória no verão.

✓ Aumento do tempo de vida da cobertura e das suas membranas – Uma cobertura tradicional pode durar entre 10 a 15 anos. As coberturas ajardinadas ajudam a proteger as membranas de cobertura de extremas oscilações de temperatura, do impacto negativo da radiação ultravioleta, e do desgaste que ocorre com a utilização destas por pedestres, podendo assim estender a sua vida útil até aos 40 anos. Estudos europeus indicam que este tipo de sistema diminui a necessidade de substituição das membranas, o que leva a uma significativa poupança económica ao dono de obra. Quando contabilizado o custo de manutenção e substituição das membranas em coberturas tradicionais, o custo das coberturas ajardinadas pode ser igual ou até mais baixo do que o dos sistemas convencionais.

✓ Isolamento Acústico – A camada de solo bloqueia as baixas frequências de som e as plantas bloqueiam as altas frequências. Estudos demonstram que apenas 12 cm de terra vegetal conseguem reduzir o som em 40 db.

✓ Resistência ao Fogo – Fabricantes europeus comprovam que o sistema de cobertura verde, com a saturação da camada de solo, consegue retardar o alastramento do fogo para o edifício e a partir do edifício através da sua cobertura. Contudo se as plantas estiverem secas podem ser um combuster ainda mais rápido para acelerar o incêndio. Estas situações podem ser prevenidas com a colocação de gravilha em algumas fracções da cobertura, ou prevendo a utilização de plantas do tipo sedum, que são

ricas em água, ou ainda com um sistema de irrigação aspersório ligado ao alarme de fogos do edifício.

- ✓ Benefícios adicionais – Dependendo da localização do edifício e do seu programa/propósito, várias podem ser as vantagens apontadas. Por exemplo, coberturas verdes acessíveis, prevendo espaço de recreio aos seus ocupantes, pode aumentar o valor unitário dos condomínios. Para além do aumento de valor das fracções de escritórios ou habitações, a adopção deste tipo de sistema pode ainda acelerar o processo de aprovação do projecto junto das entidades responsáveis, pois potencia o aumento das zonas verdes nos núcleos urbanos. Edifícios de habitação social podem ainda fornecer aos habitantes seniores e às famílias um local verde seguro e acessível no topo dos seus blocos, e aumentar a qualidade de vida de quem deles usufrui. Os concelhos administrativos das escolas podem integrar programas de estudo e fornecer espaço verde adicional aos seus alunos. Até mesmo coberturas verdes inacessíveis em edifícios comerciais inseridos em zonas residenciais têm um valor estético significativo. Hospitais e outras instalações de saúde conseguem promover terapias hortícolas, ajudando a acelerar a recuperação dos pacientes e a reduzir o uso de drogas. Nos edifícios industriais, ajuda a amenizar a temperatura interior, criando melhores condições de trabalho, e pode ainda promover a estética das redondezas. As coberturas ajardinadas podem também ser desenhadas para gerar oportunidades de agricultura urbana, possibilitando a produção

de produtos hortícolas de elevada qualidade, e plantas ornamentais e medicinais, podendo gerar renda.

Ao nível público:

- ✓ Redução do efeito de ilha de calor urbano – Este fenómeno é criado pelo aumento das áreas pavimentadas e construídas nas cidades. As temperaturas no verão são mais altas nos centros urbanos, impactando directa e indirectamente na nossa qualidade de vida. O efeito de ilha de calor urbano aumenta o uso de meios mecânicos de refrigeração, aumentando os níveis de ozono e as doenças relacionadas com o aumento de temperatura. As coberturas verdes interceptam e absorvem a radiação solar que incidiria sobre as coberturas tradicionais que a transformariam em calor, e através da evapotranspiração conseguem refrescar o ambiente envolvente.
- ✓ Redução do escoamento superficial – O sistema de coberturas verdes pode ser desenhado com capacidade extra para reter águas pluviais, armazenando-as no solo e nas plantas e libertando-as, naturalmente, através de evaporação e evapotranspiração, de volta ao meio ambiente, já filtradas e tratadas. Uma cobertura verde com bastantes plantas e 20 a 40 cm de solo pode conter entre 10 a 15 cm de água. Com isto podem ser evitadas cheias devido ao entupimento dos sistemas de esgotos das cidades, que acabam por direccionar a água das chuvas, sem tratamento, para os rios e para o mar. Este sistema ecológico pode reduzir o escoamento superficial nos grandes centros urbanos, entre 50% a 90%, e existe ainda a possibilidade de redireccionar as águas das chuvas para reservatórios, reutilizando-a para sistemas de rega, autoclismos, etc. Em Lisboa podemos verificar este tipo de solução de reaproveitamento de água nas MSF Towers,

que utilizam um sistema da empresa espanhola Intemper para drenar as águas pluviais da cobertura até aos reservatórios na cave, onde a água é tratada e reintroduzida na rega das suas coberturas e fachadas verdes, aproveitando-a, ainda, para uso de recarga de autoclismos.

- ✓ Redução do efeito de estufa – As coberturas verdes podem desempenhar um importante papel na redução dos gases do efeito de estufa, dos níveis de dióxido de carbono e na diminuição do aquecimento global. Devido à sua função natural de refrigeração por evapotranspiração, ajudam a reduzir a necessidade de utilização do ar condicionado, que, por sua vez, emite gases poluentes para a atmosfera e aumenta o efeito de estufa, contribuindo para o aquecimento global.
- ✓ Limpeza do ar – As plantas nestes telhados verdes têm a capacidade de filtrar partículas suspensas no ar, aprisionando-as nas suas folhas. Quando chove, essas partículas caem na camada vegetal. As plantas também conseguem absorver gases poluentes através da fotossíntese. Estudos baseados no poder de limpeza das árvores indicam que uma cobertura verde simples com 2000 m<sup>2</sup> de erva alta pode limpar 4000 kg de poeira do ar por ano.
- ✓ Criação de habitat – As coberturas ajardinadas podem ser desenhadas com o intuito de criar dois tipos de habitat. Podem servir de ligação às “ilhas verdes” já existentes na cidade, aproximando-as e tornando-as mais viáveis para animais e plantas, criando corredores verdes por onde as aves e insectos se deslocam e através dos quais o vento também ajuda na propagação das

sementes. Ou podem ser criados como “ilhas”, mimetizando ecossistemas em perigo. Neste caso, o ideal é serem coberturas verdes extensivas, pois a baixa exigência de manutenção e consequente falta de presença humana possibilita, à fauna e flora que nele poderão viver, condições de segurança ideais para alguns pássaros que vivem ao nível do solo e plantas sensíveis que podem ser facilmente danificadas pelas pessoas.

✓ Estética e aumento das áreas verdes – Os centros urbanos são facilmente comparáveis a selvas de betão, o que leva a todos os problemas ambientais que se têm descrito dos pontos supra referidos. As cidades têm começado a preocupar-se cada vez mais com o estado do nosso meio ambiente, redigindo e aprovando leis municipais, como os planos directores municipais, na perspectiva de amenizar a situação, influenciando os promotores, construtores, engenheiros e arquitectos a pensarem a cidade de forma mais sustentável, criando apoios e benefícios nesse sentido. As coberturas ajardinadas podem ser um instrumento importante no pensamento dos núcleos urbanos sustentáveis do séc. XXI. Para além de tornarem a cidade num local mais bonito, podem servir para promover a limpeza do ar, a amenização das temperaturas, a redução do barulho e da necessidade de utilizar ar condicionado, criação de zonas de recreio seguras, atrair moradores que preferem viver nas periferias calmas e verdes mas que acabam por se deslocar ao centro da cidade todos os dias, nos seus veículos, para trabalhar, aumentando os níveis de poluição, etc. (Peck e Kuhn s.d.)(Pinto 2014)



### **1.3 A necessidade de circulação a uma cota elevada**

Desde cedo na história da humanidade que o Homem sente a necessidade de transpôr obstáculos naturais, em busca de alimento e abrigo. O conceito de ponte nasceu, talvez, da queda natural de árvores sobre rios e riachos, possibilitando as primeiras travessias facilitadas sobre esses obstáculos. Rapidamente se começou a imitar a natureza, aperfeiçoando-a. Nasceram, então, as primeiras pontes, por necessidade de sobrevivência, construídas com troncos e pranchas de madeira, e posteriormente com pedras. Os primeiros indícios da construção de pontes datam a 4000 a.C. na Mesopotâmia e no Egito. (MobilidadeHumana 2014)

São três os grandes grupos de “pontes”: a ponte, o viaduto e a passagem aérea pedonal. Uma ponte, por definição, é uma estrutura que liga dois pontos e permite a transposição de obstáculos naturais, como rios e depressões de terreno. Um viaduto permite a transposição de obstáculos artificiais, como estradas e ferrovias, possibilitando a não perturbação do tráfego e garantindo a segurança dos peões. As passagens aéreas pedonais permitem a transposição de obstáculos naturais e artificiais exclusivamente a peões e ciclistas.

Nesta dissertação, o foco será sobre o terceiro tipo de ponte – as passagens aéreas pedonais. Vários são os factores positivos apresentados para a adopção deste tipo de atravessamento, como a segurança pedestre e conveniência, a diminuição de congestionamento do tráfego, ou a separação dos peões do ruído e poluição causada pelos veículos. Um dos

grandes pontos negativos deste tipo de passerela será “o impacto negativo nas actividades de rua e a redução do valor das propriedades à cota térrea.”(Robertson 1988)

Em cidades densamente populacionadas, como Bombaim, na Índia, as passagens aéreas de peões estão a ser desenvolvidas como forma de gerir o tráfego pedestre, num ambiente onde há demasiada actividade à cota térrea.(WOHA 2016)

Com o desenvolvimento económico das cidades e a proliferação do transporte de mercadorias por comboios, começaram também a aparecer as linhas ferroviárias aéreas, que possibilitavam o transporte de carga através dos centros urbanos evitando acidentes viários e garantindo o desafogado tráfego rodoviário e a consequente segurança dos peões.

Mais tarde, com a desativação das linhas férreas aéreas, devido ao aparecimento dos camiões de carga, estas começaram a ter um novo público alvo, sendo restauradas e repensadas para o passeio e atravessamento pedonal, como são exemplo a Promenade Plantée, em Paris, ou o High Line, em Nova Iorque.

## 1.4 Casos de estudo

### 1.4.1 LaPromenadePlantée

Arquitecto: Philippe Mathieux

Arquitecto Paisagista: Jaques Verguely

Local: Paris, antiga linha de Vincennes

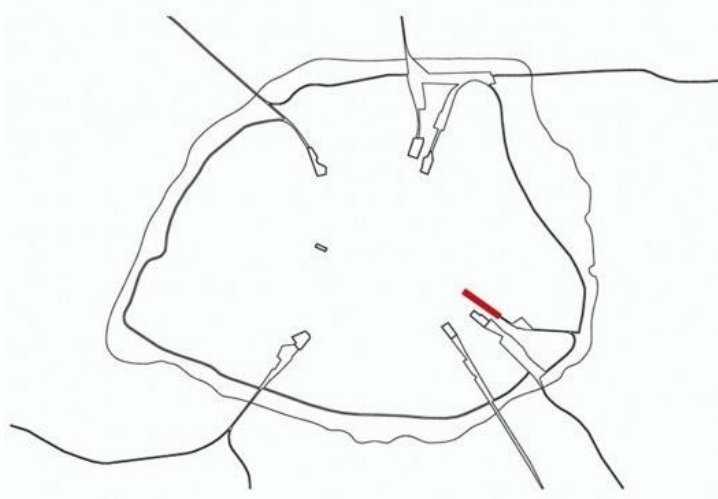
Ano: 1993

Após o final da segunda grande guerra, Paris foi alvo de um forte crescimento económico e de profundas transformações no seu território. Entre os anos de 1945 e 1973 deu-se um surto de prosperidade, levando a um *boom* na construção civil, o que gerou uma reforma urbana parisiense. Foram erigidas grandes obras de infra estruturas rodoviárias, como a Boulevard Périphérique ou as avenidas marginais ao Rio Sena, o comboio metropolitano, e grandes conjuntos habitacionais, o que originou a modificação da fisionomia dos bairros periféricos e da percepção da própria metrópole. (Loiola 2016)

Em 1954, *Bernard Lafay*, presidente do conselho municipal, apresentou um relatório que definiria os 20 anos seguintes do Plano Urbano de Paris, propondo uma renovação radical da cidade. No último capítulo do seu relatório, *Lafay* apresenta uma nova leitura da congestionada região centro no contexto do fluxo viário, vendo a instalação de uma rede de infra

estrutura rodoviária como facto incontornável na remodelação dos sistemas de circulação para o desenvolvimento futuro de Paris. No seu entender, a reorganização dos fluxos de circulação levaria ao desenvolvimento “coerente e lógico” da metrópole, permitindo que Paris reencontra-se uma “forma útil e eficaz ao extremo”. Apresenta, assim, um plano de intervenção rodoviário abrangente com três eixos de acção: uma rótula interna, sem cruzamentos de nível com as ruas existentes, desafogando o centro antigo do tráfego de veículos e assegurando a ligação entre os bairros centrais e os periféricos; uma rótula externa de 35km, com tratamento de auto-estrada, contornando o perímetro exterior da cidade; e uma transversal, no sentido Norte-Sul, ligando as portas de *Gentily* e de *La Villette*. Toda esta intervenção seria completada por uma ampla rede de estacionamento subterrâneo. A rótula interna acabou por não ser construída na totalidade, verificando-se apenas a construção de um pequeno trecho, mas a rótula interna foi rapidamente concluída.(Loiola 2016)

Figura 14 – Projecto de reestruturação rodoviário de Lafay para Paris. (Loiola 2016)



Estas construções acabaram por introduzir rupturas morfológicas e paisagísticas profundas em Paris, marcando a perda de substância na produção do espaço público, direccionando as atenções projectuais apenas para a produção de espaço privado, dedicado somente ao transporte individual. Paris tornou-se num aglomerado metropolitano.(Loiola 2016)

Sentiu-se a necessidade de rever os métodos de produção dos espaços urbanos, criando-se, assim, em 1967, o *Atelier Parisien d'Urbanisme* (APUR), com o objectivo deste auxiliar no poder público a preparar o PDM de 1977, que resultaria numa nova política urbana parisiense. Em 1970 inicia um novo consenso teórico que iria restabelecer a importância do espaço público, tomando-o como elemento central para a reorganização da metrópole.

O APUR tomou duas decisões fundamentais para a revitalização de Paris: a valorização do Rio Sena e dos seus canais como elementos estruturantes da paisagem, em 1977; e a criação de um programa de intervenções urbanas para a região Este de Paris, apresentado ao município em 1983. Este programa de intervenções apresentado incluía a criação de 4 eixos verdes: um passeio ajardinado nas margens dos bassin de *La Villette* e do canal de *l'Ourq*; dois eixos recuperando antigas instalações da *Petite Ceinture*; e a transformação da antiga linha de *Vincennes* num parque linear, incluindo a intervenção no viaduto da *Avenida Daumesnil*.(Loiola 2016)

A linha de *Vincennes* nasceu no ano de 1853, quando a companhia privada *Société de Chemin de Fer Paris/Strasbourg* recebeu a concessão da criação e exploração de uma linha de férrea cujo objectivo seria interligar a Praça da Bastilha à região dos bosques de *Vincennes*. Foi inaugurada em

1859, tendo sido um sucesso comercial, permitindo passeios de fim de semana e servindo de transporte de mercadorias e trabalhadores. A linha foi continuamente expandida, atingindo a sua extensão máxima em 1892, contando com aproximadamente 54km, terminando no município de *Verneuil-L'Étang*. A partir de 1930, com a chegada da crise económica associada à crescente concorrência do metro, verificou-se um longo e lento declínio da linha. Finalmente, no ano de 1969, parte do trecho rural foi modernizado para em seguida ser incorporado ao traçado do *Réseau Express Régional A*, tendo, por isso, sido desactivada no trecho que atravessava o conglomerado urbano e a zona rural. Entre a rua *Rambouillet* e a antiga estação da Bastilha, sobrepondo-se à artéria de trânsito existente, a Avenida *Daumesnil*, foi necessária a construção de um viaduto de mais de 1,5 km de comprimento, de forma a vencer o desnível da topografia.(Loiola 2016)

Após a desativação desse segmento de linha férrea, no ano de 1988 o arquitecto *Patrick Berger* vence o concurso de restauro do viaduto com um projecto que previa a ocupação dos 67 arcos remanescentes com fachadas de madeira e vidro. O espaço criado seria ocupado por lojas e ateliers. A obra ficou concluída em 1997. *Berger* transformou, assim, o viaduto num edifício híbrido, um edifício-parque, que desenha a lateral de uma importante avenida da cidade e faria o acesso inicial ao parque linear que revitalizaria o caminho da linha antiga de *Vincennes*.(Loiola 2016)



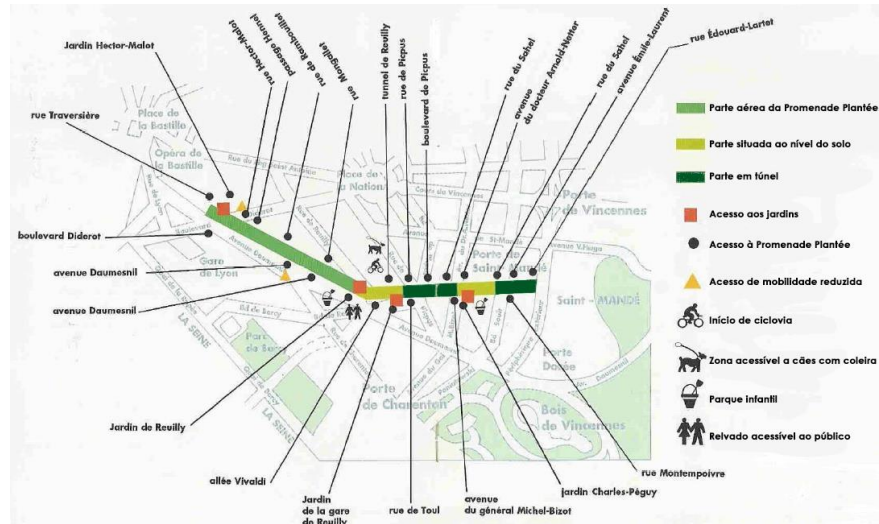
Figura 15 – Fotografia do Viaduct des Arts em 1967, por Armand Gorintin. (Loiola 2016)

Figura 16 – Fotografia do Viaduct des Arts em 2016, por Luís Loiola. (Loiola 2016)

A *CoulléeVert René-Durmont*, ou *PromenadePlantée*, como é conhecido, é o parque linear implantado ao longo do leito ferroviário da antiga linha Bastilha – Vincennes. Foi projectado pelo arquitecto *Philippe Mathieux* e pelo paisagista *Jaques Verguely*, tendo visto a sua inauguração no ano de 1993. Este parque liga a Avenida *Daumesnil* e a região dos bosques de Vincennes por intermédio de um percurso de 4,7 km, atravessando o *12<sup>ème</sup> arrondissement parisienne*. Tem início nos arredores da Ópera da Bastilha, a 10 metros de altura, no topo do projecto de *Berger*, no *Viaduct des Arts*, paralelo à Avenida *Daumesnil*. Intersecta o jardim de *Reuilly* perto da rua *Montgallet*, descendo aí à cota térrea, transformando-se numa alameda circular relvada. O percurso atravessa, depois, alguns túneis levando até à rua *Sahel*, onde se bifurca. Com duas opções de percurso

Figura 157 – Mapa da Promenade Plantée. (Tina 2016), com edição da autora.

possíveis, uma que segue em direcção à *Boulevard Périphérique* e outra que liga com a linha da *Petite Ceinture*, o parque linear termina. (Loiola 2016)



No trecho elevado, por cima do *Viaduct des Arts*, podem sentir-se momentos de tensão na passagem entre edifícios modernos, momentos de vista desafogada sobre o bairro parisiense e a frescura das plantas exaltada com os espelhos de água que acontecem durante o percurso. Quanto ao tipo de utilização passível de ser feito, na zona Oeste o acesso é apenas permitido a pedestres, feito por escadas e elevador, já na zona Este é permitida a circulação de ciclistas, também, acedendo por escadas e rampas. (Loiola 2016)

A *Promenade Plantée* foi o primeiro parque linear elevado do mundo até à construção do HighLine, em Nova Iorque, seguindo-se, depois, vários projectos semelhantes, como a *Boomingdale Trail*, em Chicago, com mais de 4,8 km.





Figura 18 –  
Atravessamento entre  
edifícios, vista  
desafogada e  
passagens com  
espelhos de água.  
(Bokobza 2015)

## 1.4.2 HighLine

Arquitecto: Diller Scofidio e Renfro

Arquitecto Paisagista: James Corner

Design de Jardim: Piet Oudolf

Design de Luz: L'Observatoire International

Engenharia: Buro Happold

Local: Nova Iorque, Manhattan

Ano: 2006 – 2017

Em meados do séc. XIX, a cidade de Nova Iorque ordenou a construção de uma linha férrea, à cota térrea, na parte Oeste de *Manhattan*, com o intuito de transporte de carga e mercadorias. Como forma de manter a segurança dos cidadãos e prevenir acidentes rodoviários, o governo contratara um grupo de homens que andavam a cavalo acenando bandeiras à frente dos comboios, os *West Side Cowboys*. Ainda assim, esta medida parecia não ser suficiente, pois os acidentes registados entre os comboios e o tráfego eram tantos que a *10th Avenue* acabou mesmo por ser conhecida como a *Death Avenue*.

Figura 169 - Fotografia dos West Side Cowboys a controlar o tráfego em frente ao comboio, à esquerda, e fotografia do tráfego acumulado nas ruas de Nova Iorque à época, Kalmbach Publishing Company, séc. XX. (Berg 2017)



Após um longo período de discussão sobre os perigos da linha, no ano de 1929, a cidade e o estado de Nova Iorque e a *New York Central Railroad* chegaram a entendimento sobre um projecto de melhoramento da

linha do Oeste. Esta obra seria concebida por *Robert Moses* e incluiria a construção da *West Side Elevated Highway*. O projecto de 21 km de extensão eliminou 105 cruzamentos térreos da linha ferroviária e adicionou 13 hectares ao *Riverside Park*.



Figura 20- Fotografia da linha em funcionamento, Jim Shaughnessy. (FriendsOfTheHighLine 2014)

No ano de 1934, o viaduto *High Line*, à altura parte integrante do *New York Central Railroad's West Side*, abre a comboios. Originalmente, conectava a *34th Street* ao terminal de *St. John's Park* na *Spring Street*, e foi desenhado para atravessar pelo meio dos blocos de edifícios, em vez de passar por cima da avenida. Ligava directamente a fábricas e armazéns, de forma a que as mercadorias fossem carregadas e descarregadas sem congestionar o trânsito à cota térrea.

Já na década de 50, a proliferação do transporte de mercadorias por camião levou a uma queda no tráfego ferroviário em todo o país.

Em 1960, a parte Sul da linha é demolida por ser obsoleta. Em meados dos anos 80, um grupo de proprietários de terrenos sob a linha pediam a demolição do resto da estrutura. *Peter Oblatz*, um morador de *Chelsea*, activista e entusiasta da ferrovia, foi o primeiro a lutar pela não demolição desta em tribunal, tentando reestabelecer os serviços ferroviários na linha.

Nos anos 90, a linha não tinha qualquer tipo de uso e encontrava-se degradada, mas a sua estrutura de aço era bastante sólida. Esta começou então a ficar conhecida por alguns exploradores urbanos e moradores locais pelas plantas resistentes, arbustos e árvores que nasciam no cascalho ao longo da linha abandonada.

Em 1991, uma pequena parte da *High Line* na *West Village*, desde *Bank* até à *Gansevoort Street*, foi desmantelada, apesar das objecções populares, e previa-se a demolição da restante parte da linha, intenção já aprovada pelo então governador *Rudy Giuliani*.

Foi em 1999 que *Joshua David* e *Robert Hammond*, residentes do bairro onde passava a linha, criaram a organização sem fins lucrativos *Friends of the High Line*, com o objectivo de preservá-la e reutilizá-la como espaço público ao ar livre, tornando-a num parque linear elevado, similar à *Promenade Plantée*, em Paris.

Vários artistas uniram esforços para tentar salvar a linha. O fotógrafo *Joel Sternfeld* fotografou a paisagem selvagem da *High Line* durante um ano, fotografias essas que foram utilizadas sempre que o tema de discussão público era a salvação da linha. A designer de moda *Diane von Furstenberg*

organizou eventos de angariação de fundos no seu atelier, juntamente com o seu marido *Barry Diller*. O envolvimento destes e de outros artistas levou ao aumento do interesse popular pela preservação da *High Line*.



Figura 21 – Fotografia da paisagem da linha durante o tempo de desocupação, antes das obras, Joel Sternfeld, 1999. (FriendsOfTheHighLine 2014)

Em 2004, o governo financiou 50 milhões de dólares para estabelecer o parque proposto. Nesse momento, a organização contava já com mais de 150 milhões de dólares angariados. Conseguiu-se, assim, em 2006, dar início às obras de construção da primeira fase da linha. Esta recupera a secção mais a Sul da *High Line*, desde *Gansevoort Street* até à *20th Street*, e inclui cinco escadarias e elevadores. Nesse mesmo ano, iniciou-se a segunda fase, inaugurando em 2011, indo da *20th Street* até à *30th Street*. A *CSX Transportation*, detentor da secção Norte, da *30th Street* à *34th Street*, cedem essa parte à cidade, e a *Related Companies*, detentora

dos direitos de desenvolvimento do *West Side Rail Yards*, concorda em não demolir o trecho de linha que atravessava a *10th avenue*. A terceira fase tem início em 2012, findando no ano de 2014. Esta é dividida em duas partes, uma primeira que se estende desde o final da segunda secção até à *34th Street*, e uma segunda, saliente do desenho linear da *HighLine*, que irá fornecer espaço para instalar peças de arte ambiciosas, zona de armazenamento para operações no parque, manutenção e horticultura, bem como instalações sanitárias adicionais. Este último trecho será integrado no *10 Hudson Yards*, que já foi construído sobre a saliência do parque linear em Dezembro de 2013, tendo a sua inauguração agendada para o ano de 2017.

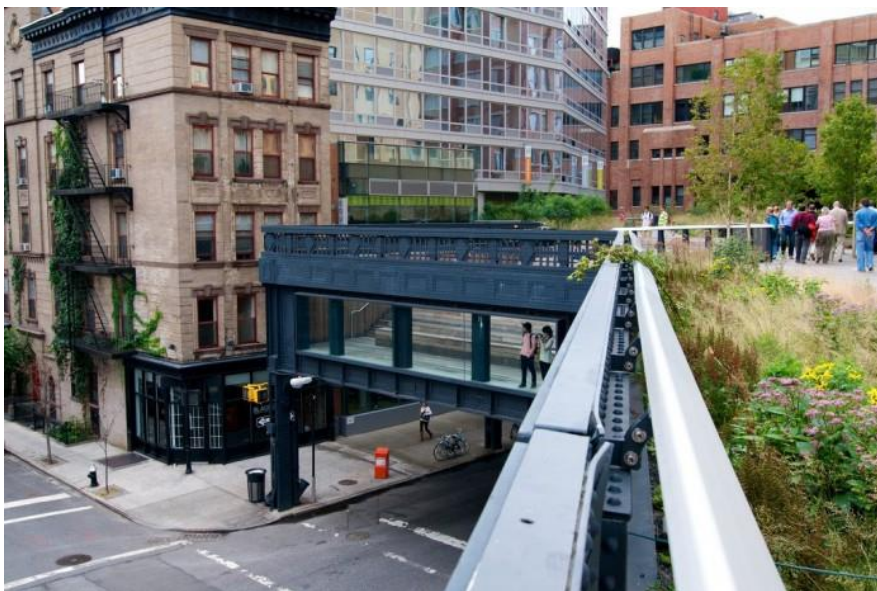
Ao longo dos aproximadamente 2,33 km, são onze os acessos que ligam a cidade ao parque linear, sendo que cinco são acessíveis a pessoas com mobilidade reduzida. O percurso, materializado em lajetas de betão, vai estreitando e alargando, serpenteando de um lado para o outro, acabando por se transformar num caminho dentado de lajetas de betão, fundindo-se com a paisagem, enquanto a vegetação é embebida no cascalho da linha férrea. Todo o mobiliário urbano utilizado no parque é proveniente de florestas certificadas, denotando a preocupação que houve com a sustentabilidade na sua construção. A flora que figura na *High Line* é maioritariamente nativa americana, mantendo uma leitura da paisagem selvagem que foi crescendo na linha nos seus anos de desuso.



Cidade Jardim Elevada – Repensando a cidade do futuro

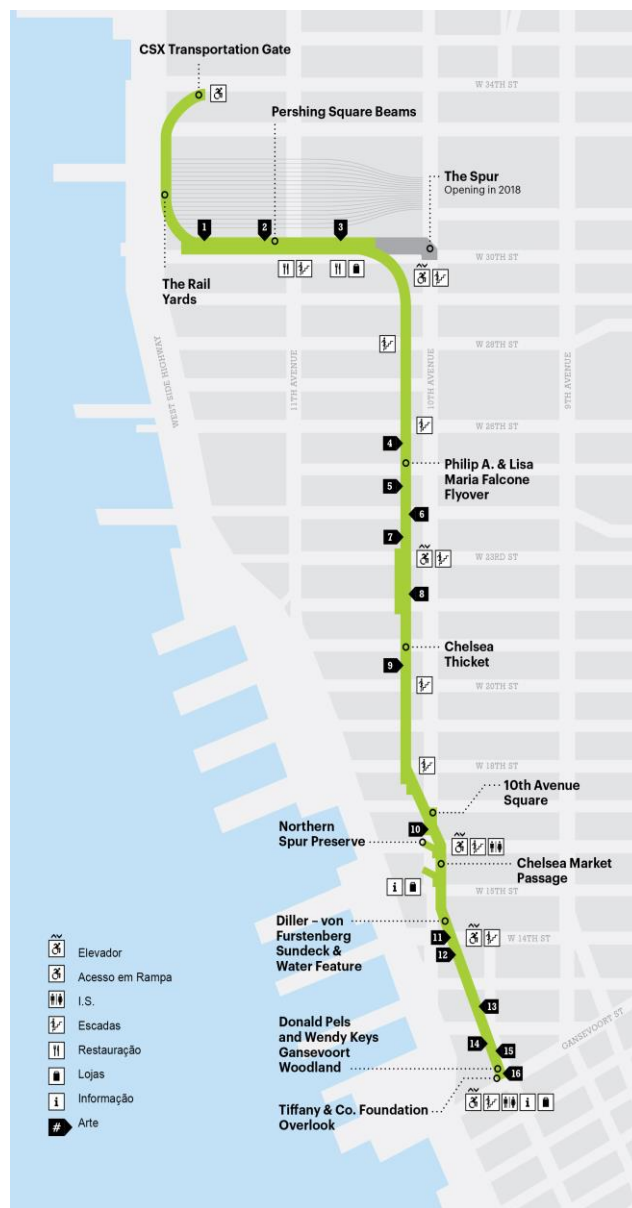


**Figura 172 – Vista da High Line entre West 12th Street e a West 13th Street, virada a Sul, Iwan Baan, 2009. (Kirkpatrick 2009)**



**Figura 23 - Fotografia de uma vista da High Line, Nick Harris. (Nozari 2015)**

Figura 24 - Mapa da High Line, Friends of the High Line, com edição da autora. (FriendsOfTheHighLine 2014)



O projecto da *High Line*, com o seu espaço público verde, repleto de flora e fauna local, com as vistas privilegiadas da cidade e do Rio *Hudson*, e as atracções culturais e artísticas que nele se desenvolvem regularmente, estimulou o desenvolvimento imobiliário nos bairros adjacentes, aumentando os preços dos imóveis em 10% e revitalizando Chelsea.



### **1.4.3 Cidade jardim, megacidade: repensando a cidade para a era do aquecimento global**

Autores: WOHA arquitectos (Mun Summ Wong, Richard Hassel, Alina Yea)

Publicação original: artigo científico de pesquisa, revista CTBUH, edição IV

Local: Singapura

Ano de publicação: 2016

*“Os centros urbanos têm crescido a uma velocidade fenomenal devido à rápida evolução tecnológica e às maiores probabilidades de emprego e melhoria da qualidade de vida. As megacidades mundiais triplicaram nos últimos 25 anos, pelo que se prevê um aumento de cerca de 2,5 biliões de pessoas na população urbana mundial até ao ano de 2050, das quais 90% estarão concentradas em África e na Ásia. Este crescimento urbano contribui com 70% das emissões de carbono mundiais, causando um aumento exponencial nas temperaturas globais. Se os governos, planeadores urbanos e arquitectos falharem em repensar a forma como as cidades são projectadas, as consequências serão inevitáveis.”(WOHA 2016)*

Para este grupo de arquitectos, o processo passa por reimaginar a cidade jardim do séc. XX, propondo uma megacidade jardim para o séc. XXI,

multi-camadas, de alta densidade, cómoda, sociável e sustentável. Esta proposta é construída sobre uma série de estratégias de “*macro-arquitectura/micro-urbanismo*”, intensificando radicalmente o uso do solo, multiplicando a área verde, e integrando soluções específicas do clima para reduzir o impacto ambiental das cidades e melhorar a qualidade de vida da população.

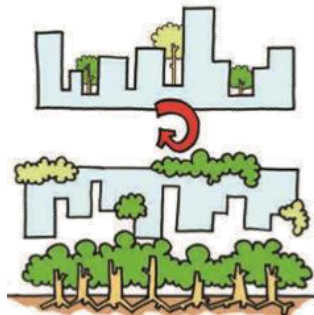
Os WOHA estudam o tema desde 2001, projectando e construindo protótipos, como parte de um processo de reavaliação urbana, adoptando a megacidade asiática como cenário-teste ideal para a implantação de novas tipologias urbanas e inovadoras estratégias arquitectónicas. Com esta premissa em mente, desenvolveram um sistema de classificação de edifícios, que mede índices de vegetação, comunidade, generosidade cívica, ecossistemas e auto-suficiência. Todos estes critérios valorizam a perspectiva do utilizador e não do promotor.

Neste artigo, os autores explicam a sua visão da cidade do futuro em cinco temas:

1. Cidade por camadas

Figura 25 - Skyline invertido, WOHA, 2016 (WOHA 2016)

Figura 186 - Cidade em camadas, WOHA, 2016. (WOHA 2016)



À medida que as cidades vão crescendo, o solo tem sido visto como um recurso horizontal inesgotável, usado para construção, agricultura e mineração.

Com a exploração do solo, o crescimento explosivo de população em zona urbana, a rápida urbanização e o progressivo crescimento económico, provoca-se uma grave e acelerada degradação da qualidade e quantidade de área térrea, esgotam-se fontes de energia não renováveis e vai-se contribuindo para o aumento do aquecimento global. Esta escassez de solo leva ao aumento do custo das parcelas de terra e à criação de leis que rejam o seu uso.

Os WOHA propõem, neste tema, um conceito de cidade em camadas, como uma matriz tridimensional. Esta nova cidade envolve um replaneamento urbano, projectando de forma vertical e não horizontal. Desta forma, os autores defendem que seria possível recuperar, restaurar e revitalizar o solo existente, sendo que seria ainda necessário criar espaços de solo úteis, estratificando os ambientes urbanos e rurais acima e abaixo da cota térrea. Assim se criariam ambientes urbanos extremamente densos, vibrantes, humanizados, e resistentes, sustentáveis a longo prazo, onde os espaços civís, sociais e verdes seriam multiplicados dentro da mesma área. Para que se conseguisse manter a escala humana nestas megacidades verticais, as referências da área circundante teriam que ser tidas em conta e seria necessário que incorporassem

também espaços exteriores, como ruas e parques, recriando as proporções das paisagens urbanas.

Este novo conceito urbano requer que se repensem tipologias, considerando agora a produção de energia, os direitos de água e ar, e os índices de biodiversidade.

Para que se consiga retirar maior proveito deste tipo de cidade, apostam no desenho do que chamaram de “*horizonte invertido*”. Este permitiria criar oportunidades de instalação de fazendas de energia solar de grande escala nas coberturas, eliminaria os problemas actuais de baixos rendimentos de eficiência solar devido ao auto-sombreamento provocado pelas diferenças de cotas dos edifícios, e tornaria possível o desenvolvimento de construção de *energia-zero*.

## 2. Cidades plantadas

Figura 19 - Arquitectura topográfica, WOHA, 2016. (WOHA 2016)



O rápido crescimento demográfico urbano e a consequente construção explosiva levou ao desaparecimento dos espaços verdes e de reunião social nas cidades. O aumento do volume de tráfego rodoviário e a poluição automóvel e industrial agravam cada vez mais a qualidade do ar. Os autores retratam as cidades como “*selvas ásperas de betão, com superfícies duras*”, onde a população tem cada vez menos contacto com a natureza.

Por forma a alterar este paradigma, os WOHA propõem uma estratégia que chamam de “*plantar cidades*” e que tem como objectivo reintroduzir o design biofílico nos edifícios, melhorando, assim, o bem estar humano, o conforto e qualidade ambientais e possibilitando que seja restaurada a biodiversidade nos centros urbanos.

Esta estratégia passa pela utilização de fachadas verdes – que, para além de servirem como alívio visual nas cidades, também filtram o ambiente, fornecem sombra e cortam o brilho e poeiras, reduzindo o calor, melhorando a qualidade do ar e diminuindo o ruído do tráfego automóvel –, e coberturas ajardinadas – vistos como jardins aéreos, que recebem luz solar directa, ao contrário dos jardins ao nível térreo que podem sofrer de sombreamento por parte dos edifícios, tirando partido da exposição solar, do clima, da proporção e estrutura do edifício e das zonas de circulação. Quando públicos, estes jardins aéreos, incorporados em novos níveis de solo, compensam a falta de parques térreos e servem como fomentadores do encontro social.

### 3. Cidades que respiram

Figura 20 - Skyville Dawson, desenhada como uma torre breezeway, Patrick Bingham-Hall. (WOHA 2016)

Figura 21 - Torre Oasia, com o atrium breezeway no topo, Patrick Bingham-Hall. (WOHA 2016)

Figura 30 - Torre Oasia, atrium breezeway, Tansri Muliani. (WOHA 2016)



A tipologia de arranha-céus foi desenvolvida para o clima frio dos EUA, sendo projectada para maximizar o uso do espaço, em altura, e foram envoltos em vidro, para responder às necessidades de conforto mecanicamente. Este arquétipo foi reproduzido por todo o mundo, independentemente da sua adequação às condições climáticas locais, sem

qualquer reinvenção real da tipologia básica para que esta se pudesse adaptar à mudança dos tempos ou ao clima.

Neste tema, os autores propõem um retorno aos princípios do arranha-céus, de forma a criar projectos sensíveis ao clima, que obtenham conforto térmico sem necessidade de depender exclusivamente de meios mecânicos.

*“As respostas vernaculares e passivas ao clima são adaptadas à forma tropical do arranha-céus e traduzidas em tecnologias contemporâneas. Ao abrir espaços interiores ao clima e à natureza, os edifícios podem respirar novamente”(WOHA 2016)*

A nova versão deste arquétipo dos WOHA chama-se “*torre breezeway*”, que em vez de serem edifícios compactos, sólidos e monolíticos, são projectados como megaestruturas abertas que se integram dinamicamente com o meio ambiente. O design de “*uma-unidade-de-espessura*” permite que as fracções possuam vãos nos topos, promovendo a ventilação cruzada, a luz natural e as vistas através das outras unidades.



#### 4. Classificando cidades

Figura 31 – Sistema de classificação para a Skyville Dawson, WOHA, 2016. (WOHA 2016)

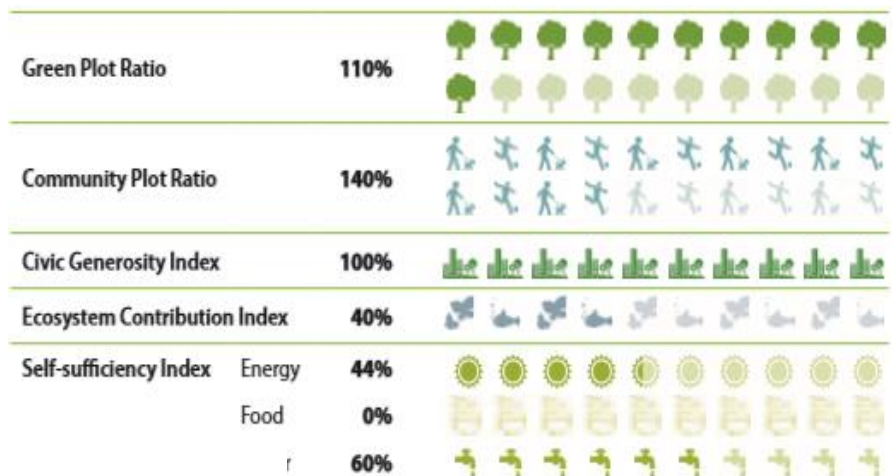


Figura 32 - Skyville Dawson, Tansri Muliani. (WOHA 2016)



As cidades do séc. XX foram projectadas como agregados de unidades ímpares isoladas, medidas apenas em termos da sua contribuição económica. Os edifícios que a compunham eram tidos em conta pelo seu valor capital de relação de construção, de valor do lote de terreno onde se inseriam e da relação superfície/volume, em vez de ter sido tida em conta a sua contribuição para o todo que formava a cidade enquanto sistema auto-suficiente.

Segundo os autores, quando se projecta para a cidade do séc. XXI, esta deve “valorizar as pessoas e a integração social, com edifícios avaliados em termos da sua contribuição para a sustentabilidade social e ambiental, bem como a sua viabilidade económica.”(WOHA 2016)



De forma a conseguir avaliar estas questões, o gabinete dos WOHAs criou um sistema de classificação social e ecológico para todos os edifícios da cidade. Este sistema engloba cinco critérios de avaliação.

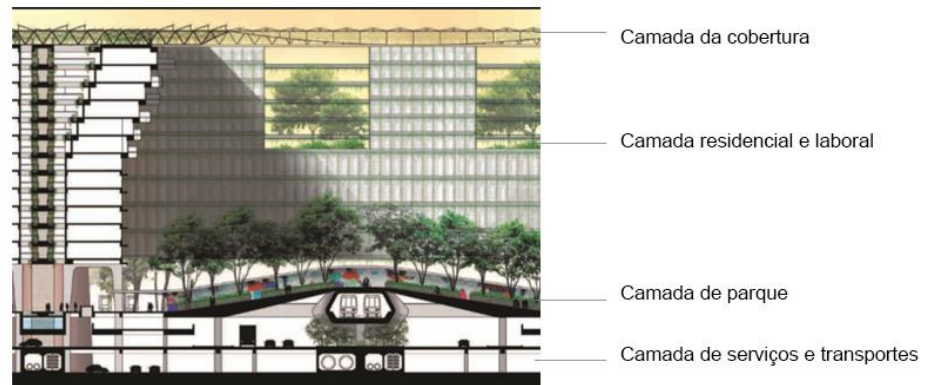
<b>Critério</b>	<b>Definição</b>	<b>Objectivo</b>
<b>Índice de área verde</b>	Mede a quantidade de superfícies ajardinadas contidas num edifício	Reintroduzir a biodiversidade e provocar alívio visual
<b>Índice de área comunitária</b>	Mede a quantidade de espaços sociais contidos num edifício	Encorajar a reunião social e a interação humana em várias escalas
<b>Índice de generosidade cívica</b>	Mede a forma como um edifício incentiva e facilita a vida pública do centro urbano em que se insere	Promover a boa vizinhança, na forma como estes edifícios presenteiam visual e espacialmente a cidade
<b>Índice de contribuição para os ecossistemas</b>	Mede o grau em que um edifício complementa o ecossistema da cidade	Fomenta a <u>adoção</u> de medidas ecológicas urbanas para apoiar a vida selvagem dentro de área urbana
<b>Índice de <u>auto-suficiência</u></b>	Mede a capacidade de um edifício gerar a sua própria energia, água e alimento	Construir edifícios e cidades totalmente sustentáveis

Tabela 2 – Sistema de classificação social e ecológico

## 5. Cidades auto-suficientes

*“O conceito dos autores de uma cidade auto-suficiente não é um ideal romântico utópico. É uma visão realista para o futuro urbano, com um plano para o desenvolvimento sustentável e uma filosofia progressiva para uma megacidade jardim do séc. XXI, densa e vertical, mas social e sustentável.”(WOHA 2016)*

Figura 223 - A cidade auto-suficiente de 4 camadas, WOHA, 2016. (WOHA 2016)



Em 2009, o atelier dos WOHA projectou, no âmbito do ICSID Design Congress, uma cidade idealista auto-suficiente para Singapura em 2050. A partir deste projecto, no ano de 2014, o atelier começou a evoluir essa ideia, e produziu um modelo urbano para o Norte de Jacarta. O desafio consistia em alojar 210 mil pessoas numa área de 730 hectares, coberta de floresta tropical, sendo que o limite máximo da cércea permitido eram 60 metros.

De forma a conseguir criar uma cidade ecológica tropical ideal, os arquitectos englobaram todos os temas acima explorados, neste projecto. Estratificaram a cidade em quatro camadas. Uma camada de transportes e serviços, que conteria todas as redes de serviços e veículos; uma camada

de parque, sob os edifícios, compreendendo espaços tropicais sociais para funções públicas e interação social; uma camada residencial e laboral, organizada numa série de pátios e torres-breezeway, com apartamentos de uma-unidade-de-espessura; e uma camada de cobertura-pátio, com zonas cobertas, fornecendo sombra e abrigo, enquanto gera energia, a partir dos painéis fotovoltaicos instalados, e produz alimento, nas culturas agrícolas aéreas.

Esta megacidade foi *“projectada de forma a ser totalmente auto-suficiente em termos de produção de energia, abastecimento de água, eliminação de resíduos e produção de alimentos, tendo o menor impacto possível na flora e fauna existentes*. O design passivo em combinação com mais de 3km<sup>2</sup> de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura permitiria que a cidade funcionasse com consume zero de energia”(WOHA 2016)

Tendo em conta que este é o projecto de uma área urbana, seria constituído por vários edifícios, todos com a mesma cota, evitando o auto-sombreamento. Os blocos seriam ainda conectados por pontes e ruas aéreas na camada residencial e laboral, de forma a ligar as várias “aldeias aéreas”, fomentando a interação entre moradores. Os parques elevados, nas coberturas, dividiriam a área com as quintas urbanas, de forma a que as áreas recreativas elevadas tivessem vistas desafogadas para a paisagem e que fizessem parte de um estilo de vida de aldeia alegre e produtivo.



## 2 | Cidade Jardim Elevada

## 2.1- Conceito/Oportunidade

A 4 de Setembro de 2010, um violento terramoto com epicentro em Canterbury, Nova Zelândia, assola o centro de Christchurch, levando ao colapso de várias fachadas de edifícios e obrigando ao corte de algumas ruas. Mas foi a 22 de Fevereiro de 2011, quando o segundo terramoto atingiu este país, com uma magnitude de 6,3 na escala de Richter, localizado ainda mais próximo do centro da cidade de Christchurch, que se verificou um cenário desolador de destruição. Foi um dos mais fortes terremotos alguma vez registados em área urbana, provocando a morte de 185 pessoas e a destruição de aproximadamente 170.000 edifícios.(Ertl 2016).

Figura 234 - Fotografia da destruição provocada pelo terramoto, Mark Mitchell, 2011 (Rafferty 2011)



Contabilizou-se mais de 70% dos edifícios do *Central Business District* (CBD) de Christchurch colapsados, e todos os edifícios de cêrcea elevada que definiam já o skyline da cidade ficaram também em ruínas. Em resposta à crise vivida, o governo criou um corpo único de emergência, o *Canterbury Earthquake Recovery Authority* (CERA), que ficaria encarregue de gerir a reconstrução das zonas afectadas. Nesse sentido, a população demonstrou-se participativa, contribuindo com várias ideias de como deveria ser reconstruída a cidade.(Anderson 2014)

Um dos projectos mais falados e controversos foi o da *Cidade Jardim Elevada*, proposto por *Grant Ryan* – empresário, inventor e membro integrante do conselho de *Canterbury Development Corporation* e do Ministério da Ciência e Inovação, – com o apoio de Julian Cone e Sander Murray, entre outros.

Este grupo de criativos viu na reconstrução de Christchurch uma oportunidade única de criar algo especial na sua cidade. A sua visão passava pela construção de edifícios de cota baixa, onde o espaço de cobertura, outrora desperdiçado, seria ajardinado, conectado entre si com pontes pedonais e ciclovias, e onde existiria a possibilidade de instalação de um programa variado e interessante, tornando a cidade num marco icónico mundial, onde pessoas criativas gostariam de viver e que turistas gostariam de visitar.(Cone 2011)

## 2.2- Projecto

Logo após o terremoto de 2011, a necessidade de reconstruir Christchurch tornou-se numa prioridade, e todos os moradores quiseram participar activamente na busca de uma solução interessante e criativa, que voltasse a pôr a cidade neozelandesa no mapa, voltando a atrair moradores e visitantes.

O projecto da Cidade Jardim Elevada foi um dos que mais fez mexer as águas nas redes sociais e nos mídias. A proposta era simples – construir edifícios de 2 a 4 andares de altura, aproveitando o espaço de cobertura para criar um jardim urbano contínuo, inspirado nas coberturas de Manhattan, que levaria peões e ciclistas por passeios elevados de um lado ao outro do centro da cidade, de forma segura e agradável, libertando a cota térrea para o tráfego rodoviário. Os novos edifícios seriam sustentáveis, conscienciosos energeticamente, e tornariam a cidade num núcleo verde icónico.(Cone 2011)

Figura 245 – 3D da proposta de reconstrução para Christchurch, Cone, 2011 (Cone 2011)

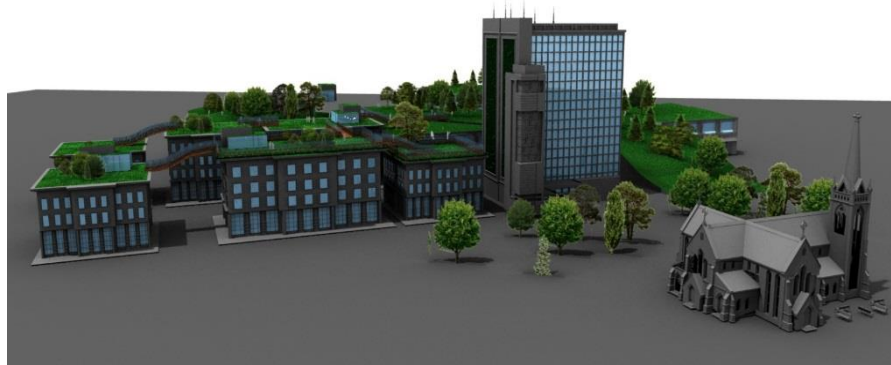






Figura 256 - 3D da proposta de reconstrução para Christchurch, Cone, 2011 (Cone 2011)



Figura 267 - 3D da proposta de reconstrução para Christchurch, Cone, 2011. (Cone 2011)

Para que este novo conceito urbano pudesse ser falado e apoiado, *Grant Ryan* e a sua equipa instalaram o website [www.elevatedgardencity.com](http://www.elevatedgardencity.com), onde dão a conhecer a ideia e fomentam a discussão e participação do público na mesma, acabando também por atrair a atenção dos média.

Este poderia ser um novo modelo urbano do séc. XXI, onde as pessoas teriam a possibilidade de viver no centro da cidade, com as comodidades de uma casa de campo. O objectivo seria a criação de um centro urbano funcional e notável no seu design, construído de uma forma sustentável economicamente viável.(Cone 2011)

Criando um conjunto relativamente simples de regras, permitiriam aos construtores e arquitectos muita flexibilidade criativa, mantendo uma linguagem unificada. O projecto poder-se-ia iniciar em pequena escala, começando pelo centro do CBD de Christchurch, expandindo-se, depois, pelas quatro principais avenidas da cidade, contaminando a paisagem urbana à medida que fosse crescendo.(Cone 2011)

Ao nível da rua, manter-se-ia a circulação primária, com amplas avenidas que fariam o acesso a grandes lotes de estacionamento, a autocarros e comboios. Nos primeiros pisos dos blocos poderiam ser instalados espaços comerciais e grandes espaços de escritórios, posto que a luz poderia ser levada até estes por intermédio de clarabóias e vazios. Nos andares do topo, onde os jardins cobririam a área das coberturas, seriam instalados programas mais públicos, como cafés, boutiques, hotéis e restaurantes, e também poderiam ser projectados apartamentos, e nalguns casos poderiam haver colunas habitacionais mais elevadas que a cota dos jardins, possibilitando uma vista privilegiada a esses residentes. Desta forma, conseguir-se-ia uma paisagem urbana em camadas que se assemelharia a uma encosta verde, a um nível conceptual, com vazios e caminhos, pátios e passeios, entre os quais se poderia desfrutar da cidade. Os edifícios deveriam ainda ser construídos de forma sustentável, ser

economicamente viáveis, e poderiam também contemplar o aproveitamento da luz solar para efeitos de poupança energética, bem como o aproveitamento das águas pluviais para uso doméstico.(Morgan 2011)

A ideia teve uma reação bastante positiva, tanto da parte dos média como do público. Foi eleita uma das principais propostas no website *ReimagineChristchurch*, um artigo sobre esta foi publicado na revista *NZ Gardener*, foi mencionada na *Press*, e o CEO da CERA, *Roger Sutton*, mencionou-a numa entrevista de rádio. Enquanto que as coberturas ajardinadas se tornam mais comuns, a ideia de as conectar, formando uma cidade jardim elevada, pode mudar completamente a forma de funcionamento das cidades. Apesar deste conceito não ter sido adoptado para o novo plano de Christchurch, existem pequenos elementos do mesmo no projecto de reconstrução elaborado em 2012 pela CERA.(HunchCruncher 2016)

### **2.3- Reflexão**

A proposta da Cidade Jardim Elevada para a reconstrução da cidade de Christchurch levou ao evento TEDxEQChCh de 2011, contando com a participação de vários oradores, entre eles o impulsionador do conceito em estudo, *Grant Ryan*. No seu discurso sobre “*o custo económico de ser aborrecido*”, o CEO da Yike Bike falou sobre o tema de uma forma elucidativa, comparando algumas cidades. Disse que as “cidades que são inovadoras, criativas e icónicas proliferam, já as que são aborrecidas, não”, pois ninguém

quererá viver num lugar maçador, igual a todos os outros. Afirmou ainda que “algumas cidades são lugares tão fantásticos para se viver que as pessoas preferem residir nesses locais e viajar todos os dias para ir trabalhar.”(Taylor 2011)

Sem nunca esquecer o factor económico, que cada vez mais tem um peso decisivo quando se pensa em reconstruir um centro urbano inteiro, “devemos negar tudo o que é caro, mas também o devemos fazer a tudo o que seja aborrecido.” O objectivo de trazer uma proposta tão “fora da caixa”, quando reimagina Christchurch, é o de que as pessoas falem sobre esta por ser tão diferente e agradável e notável, e que desejem habitá-la e visitá-la. Não se pretende que esta seja apenas conhecida como a cidade que foi abanada por dois terremotos, “mas sim como a cidade que saiu a rugir deles”.(Taylor 2011)

Um dos objectivos da CERA para a reconstrução de Christchurch era envolver a população nas decisões de planeamento e ouvir os seus desejos. O que a população pretende, agora que existe a oportunidade de o fazer de uma forma mais livre devido à destruição provocada pelo terremoto de 2011, é que esta seja mais verde, mais sustentável, com mais árvores e espaços públicos, com menos tráfego e mais segura e limpa.

A proposta da Cidade Jardim Elevada enquadra-se dentro dos pedidos dos habitantes, que querem ver a sua cidade reconstruída e valorizada. O grupo de neozelandeses que criou a ideia diz ainda que este poderá mesmo ser um novo e viável modelo urbano para as cidades do séc. XXI, melhorando a qualidade de vida de quem lá vive, enquanto ajuda a preservar os recursos naturais.

O facto do projecto passar por uma reconstrução com coberturas ajardinadas vai provocar uma redução no efeito de ilha de calor urbana, melhorará significativamente a qualidade do ar, já que este será filtrado pelas plantas, ajudará a limpar também a água das chuvas, tornando-as menos ácidas, e reduzirá o ruído interno nos edifícios e a necessidade da utilização de meios mecânicos para a aclimatização dos espaços. Todas estas vantagens aliam-se ao factor psicológico de “alívio verde” em centro urbano, onde se denotará uma maior biodiversidade e qualidade de vida. A vertente da interligação entre coberturas, que torna o projecto num jardim aéreo, fomenta a socialização, aumenta a segurança dos peões e ciclistas, e promove o contacto com a natureza.



### **3 | Teste de Conceito – Modelo de análise multicritério**

### 3.1- Motivo/Oportunidade

O modelo de análise multicritério escolhido para o estudo da possibilidade de aplicação do conceito de Cidade Jardim Elevada, num contexto urbano português, foi o MACBETH – Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique, tendo sido utilizada a ferramenta computacional para a sua implementação, M-MACBETH.

“MACBETH é uma metodologia de apoio à tomada de decisão, que permite avaliar opções tendo em conta múltiplos critérios. (...) A diferença entre este programa e outros métodos de análise de decisão com múltiplos critérios, é que o MACBETH requer apenas julgamentos qualitativos sobre as diferenças de atratividade entre elementos, para gerar pontuações para as opções em cada critério e para ponderar os critérios.” (Costa, Corte e Vansnick 2005, 5).

Segundo sete categorias semânticas de diferença de atratividade – nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema – o programa gera gráficos e tabelas simples e perceptíveis, com a análise dos resultados, tendo em conta a importância relativa que foi atribuída a cada um dos critérios. Esta diferença entre a atratividade dos critérios pode ser ditada tanto na comparação entre os critérios escolhidos, como atribuindo a qualificação directamente ao critério, sem necessidade de comparação com os demais.

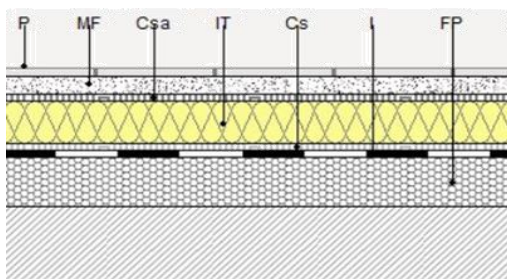
Para conseguir avaliar a atratividade da possibilidade de adopção da solução do conceito de Cidade Jardim Elevada, com especial destaque para



a importância do tipo de cobertura, foram tidas em conta quatro opções de coberturas – cobertura plana acessível invertida, cobertura tradicional inclinada, cobertura verde extensiva, e cobertura verde intensiva.

Estas quatro opções foram avaliadas tendo em conta quatro critérios: índice de redução sonora, coeficiente de transmissão térmica, custo, e contribuição para o efeito de ilha de calor urbano. Enquanto que nos primeiros três critérios as opções foram caracterizadas quantitativamente, naquele último critério os juízos foram realizados através de uma comparação direta entre opções, sem quantificação ou qualificação prévia.

#### Opção 1 – Cobertura plana acessível invertida



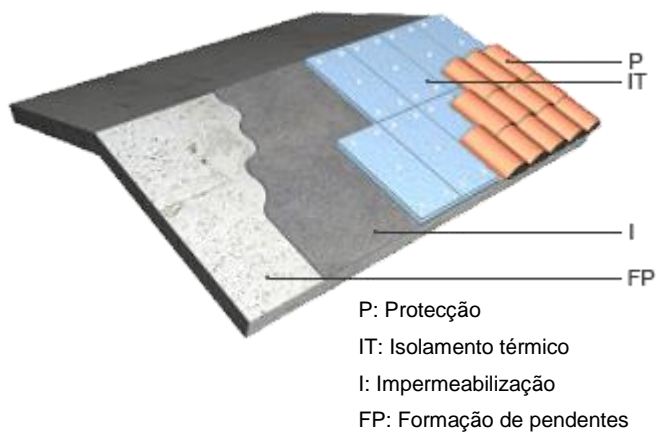
- P: Protecção
- MF: Material de fixação ou nivelção
- Csa: Camada separadora sob protecção
- IT: Isolamento térmico
- Cs: Camada separadora
- I: Impermeabilização
- FP: Formação de pântanos

P	Tijoleira tradicional natural
MF	Cimento cola
Csa	Poliéster
IT	Poliestireno extrudido (10cm)
Cs	Poliéster
I	Betume modificado com elastómero (0,1cm)
FP	Argila expandida (10cm) + argamassa de cimento (4cm)

Figura 278 – Secção de cobertura plana acessível invertida

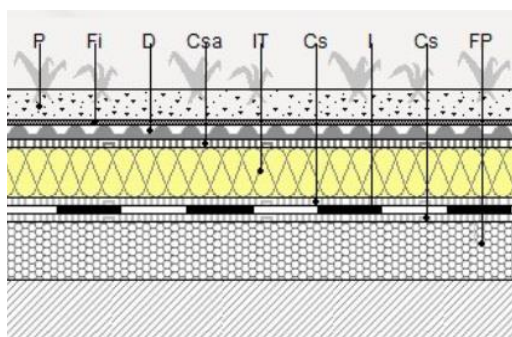
Figura 289 – Secção de cobertura tradicional inclinada

Opção 2 – Cobertura tradicional inclinada



P	Tijoleira tradicional natural
MF	Cimento cola
<u>Csa</u>	Poliéster
IT	Poliestireno <u>extrudido</u> (10cm)
<u>Cs</u>	Poliéster
I	Betume modificado com elastómero (0,1cm)
FP	Argila expandida (10cm) + argamassa de cimento (4cm)

Opção 3 – Cobertura verde extensiva



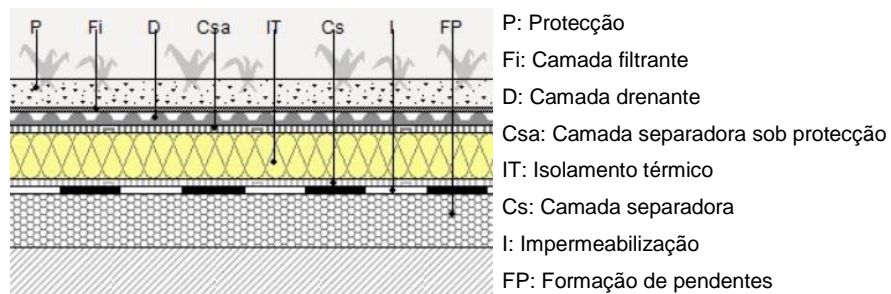
- P: Protecção
- Fi: Camada filtrante
- D: Camada drenante
- Csa: Camada separadora sob protecção
- IT: Isolamento térmico
- Cs: Camada separadora
- I: Impermeabilização
- FP: Formação de pendentes

Figura 290 – Secção de cobertura verde extensiva

P	<u>Zincoterra Sedum</u> (8cm)
Fi	Fibras de polipropileno (0,06cm)
D	<u>Poliolefinas</u> recicladas (2,5cm)
<u>Csa</u>	Polipropileno
IT	Poliestireno <u>extrudido</u> (10cm)
<u>Cs</u>	Polipropileno
I	Betume modificado com elastómero (0,1cm)
<u>Cs</u>	Polipropileno
FP	Argila expandida (10cm) + argamassa de cimento (4cm)

Opção 4 – Cobertura verde intensiva

Figura 41 – Secção de cobertura verde intensiva



P	<u>Zincoterra Jardín</u> (27cm)
Fi	Fibras de polipropileno (0,1cm)
D	<u>Polioléfinas recicladas</u> (4cm)
Csa	Polipropileno
IT	Poliestireno extrudido (10cm)
Cs	Polipropileno
I	Betume modificado com elastómero
FP	Argila expandida (10cm) + argamassa de cimento (4cm)

Para cada opção escolhida foram calculados os valores que correspondiam a cada um dos três primeiros critérios, como é observável na tabela seguinte.

Critérios / Opções	Índice de redução sonora, $R_w$ [dB]	Coeficiente de transmissão térmica, $U$ [ $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ]	Custo, [€/m <sup>2</sup> ]
Opção 1	55,9	0,27	82,71
Opção 2	54,5	0,33	78,68
Opção 3	64,1	0,26	103,44
Opção 4	66,1	0,25	134,62

Relativamente ao último critério, – contribuição para o efeito da ilha de calor urbano – como anteriormente mencionado, este foi avaliado com base na comparação de atratividade das opções escolhidas, como é perceptível na tabela seguinte.

	Opção 4	Opção 3	Opção 2	Opção 1
Opção 4	-	Fraco	Muito forte	Extremo
Opção 3		-	Muito forte	Muito forte
Opção 2			-	Fraco
Opção 1				-

Pode lêr-se que a diferença de atratividade entre a opção 4 e 3 é quase nenhuma, sendo que se dá mais destaque à opção 4 pelo tipo de vegetação mais diversificada que a constitui e à maior quantidade de camada vegetal que consegue absorver mais água. A opção 2 é qualificada como não sendo tão má como a opção 1, devido ao facto de ser uma cobertura inclinada e, por isso mesmo, não estar sempre directamente exposta à luz solar.

Tabela 3 – Valores de cada critério para as 4 opções

Tabela 4 – Comparação de atratividade do critério de ilha de calor urbano em relação às 4 opções.

### 3.2- Análise de Resultados

Tendo estes critérios definidos, foram testados três cenários, em relação à atratividade desejada para cada critério.

- Cenário 1:

No primeiro cenário, todos os critérios foram classificados com o mesmo nível de atratividade, atribuindo, portanto, uma ponderação de 25% a cada um deles.

Os resultados obtidos são expressos na tabela seguinte, numa escala de 0 a 100.

Tabela 5 – Resultados do cenário 1

Opções	Total	Acústica	Eficiência Energética	Custo	Efeito de ilha de calor urbano
3	76	76	90	61	78
4	75	93	100	9	100
1	48	16	80	95	0
2	37	4	20	102	22
Ponderação		0,25	0,25	0,25	0,25

Como é observável na tabela acima, considerando uma ponderação igual para cada um dos quatro critérios utilizados, a opção 3 será a mais viável, seguindo-se da opção 4, quase com a mesma classificação, e mais distantes na tabela aparece a opção 1 seguida pela 2.

É legível uma clara aproximação de resultados entre as opções 3 e 4, devido aos valores altos e semelhantes que apresentam nos critérios de acústica, eficiência energética e efeito de ilha de calor urbano, sendo que a diferença mais visível se apresenta apenas no critério do custo, onde a opção 3 ganha vantagem.

As opções 1 e 2 encontram-se com alguma diferença das anteriores, devido ao baixo índice de redução sonora e à baixa contribuição na redução do efeito de ilha de calor urbano. Neste cenário, todos os critérios foram considerados com igual ponderação, pelo que o custo, apesar de mais baixo, não foi o suficiente para colmatar as perdas energéticas e a contribuição ambiental.

Analisando ao pormenor os gráficos de análise de sensibilidade de cada um dos critérios para este cenário, pode notar-se com maior clareza o que se encontra expresso na tabela geral deste primeiro cenário.

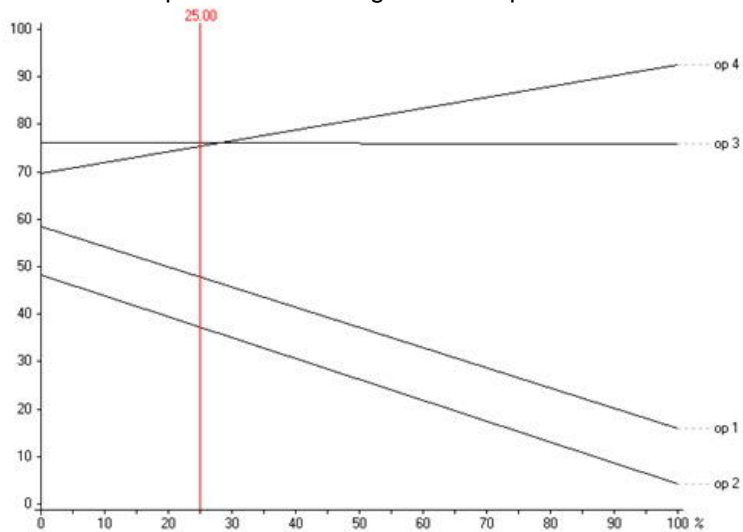
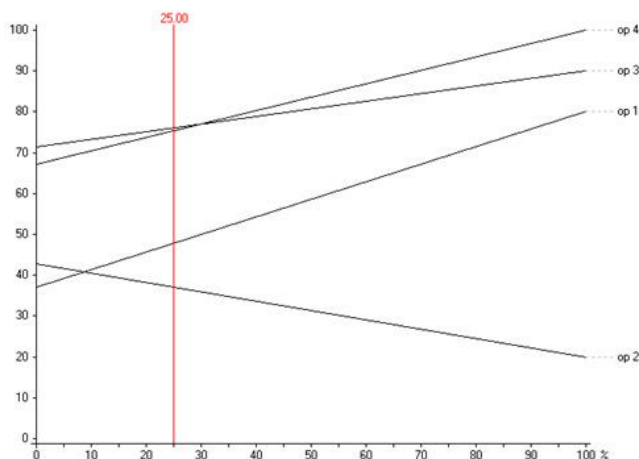


Gráfico 1 - critério de acústica no cenário 1

O gráfico anterior representa a variação da pontuação global de cada opção (em ordenadas) em função da variação da ponderação atribuída ao critério relativo ao desempenho de comportamento acústico. É observável a pequena diferença que existe entre as opções 3 e 4 quando a ponderação do critério é de 25%. Num cenário em que se adoptasse uma ponderação um pouco superior para o critério de acústica, a opção 4 seria a mais destacada, devido ao facto da camada vegetal nesta opção ser mais espessa e, por isso, ser um melhor isolante acústico que a baixa camada vegetal da opção 3. As opções 1 e 2 mantêm-se paralelas entre si ao longo do gráfico, pelo que o factor acústico não influenciaria no resultado global destas opções, apresentando sempre a opção 1 como a mais atrativa das duas.

Gráfico 2 - critério de eficiência energética no cenário 1





Quando a análise de sensibilidade considera a variação de ponderação no critério eficiência energética (gráfico 2), é também destacável a pequena diferença que existe entre as opções 3 e 4, pelo mesmo motivo apresentado no critério anterior, a diferença de altura da camada vegetal. Se se considerasse uma maior ponderação neste critério, a opção 4 estaria, mais uma vez, em vantagem. Já nas opções 1 e 2, quanto maior a ponderação este critério tivesse, maior seria a diferença entre ambas, devido ao isolamento térmico que constitui cada uma.

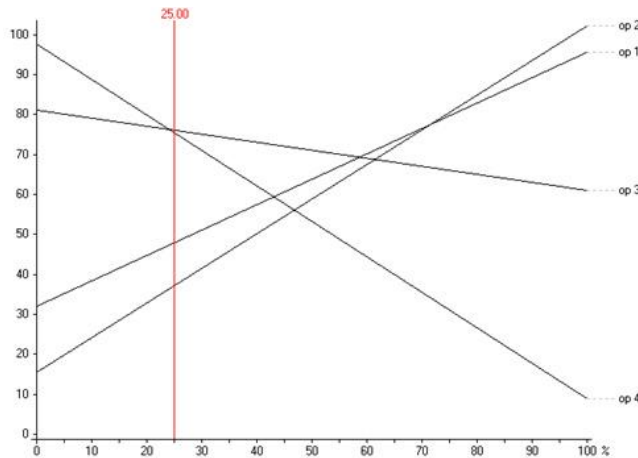
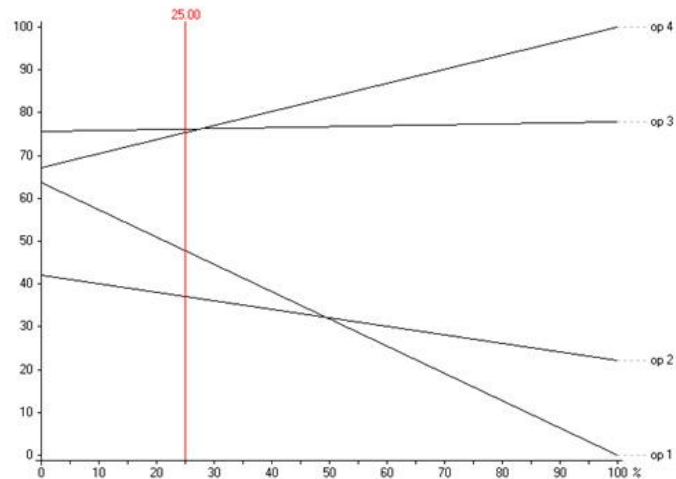


Gráfico 3 -critério de custo no cenário 1

No caso em que a análise de sensibilidade se baseia na variação da ponderação atribuída ao critério custo (gráfico 3), verifica-se de novo que as opções 3 e 4 encontram-se com valores muito aproximados. Seguindo-se da opção 1 e da opção 2 um pouco mais distante. É de notar que o resultado de atratividade das opções, olhando apenas para este critério, seria extremamente diferente se se considerasse uma ponderação na ordem dos 80%, alterando completamente a ordem dos resultados.

Gráfico 4 - critério contribuição para a redução do efeito de ilha de calor urbano no cenário 1



Finalmente, quando é a variação da ponderação do critério efeito de ilha de calor que baseia a análise de sensibilidade (gráfico 4) pode observar-se uma vez mais que as opções 3 e 4 apresentam uma grande proximidade, devido à altura da camada vegetal de cada uma e ao tipo de plantas que cada uma pode conter. Se a ponderação atribuída a este critério fosse 10% mais elevada, a opção 4 estaria, mais uma vez, em vantagem. Relativamente às duas outras opções, é notória a diferença que apresentam relativamente às duas primeiras, devido aos materiais de que são constituídas.

- Cenário 2:

No segundo cenário, destacou-se a atratividade do custo das opções, atribuindo-lhe uma ponderação de 42%, seguindo-se os critérios de

eficiência energética e de efeito de ilha de calor urbano, ambos com uma ponderação de 26%, sendo que a acústica foi a menos considerada, pesando apenas 6% na avaliação final.

Os resultados obtidos são expressos na tabela seguinte.

Opções	Total	Acústica	Eficiência Energética	Custo	Efeito de ilha de calor urbano
3	74	76	90	61	78
1	62	16	80	95	0
4	61	93	100	9	100
2	54	4	20	102	22
Ponderação		0,0527	0,2631	0,4211	0,2631

Tabela 6 – Resultados do cenário 2

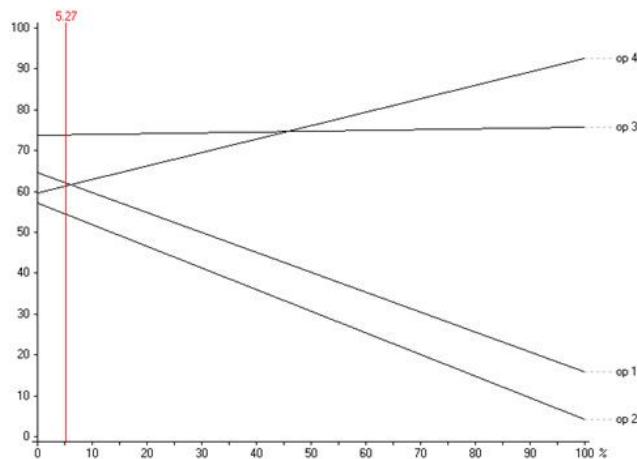
Como é observável na tabela, considerando uma ponderação superior para o critério de custo, uma ponderação inferior, mas igual, para os critérios de eficiência energética e contribuição para a redução do efeito de ilha de calor urbano, e, por fim, atribuindo uma ponderação consideravelmente mais baixa para o critério de acústica, nos resultados obtidos lê-se que a opção 3 é a mais atrativa, seguindo-se das opções 1 e 4, com pouca diferença entre si, e a menos atrativa será então a opção 2.

Ainda que a opção 3 esteja no topo da tabela, pouca é a diferença que apresenta das opções que a sucedem. Apresenta vantagens devido ao bom desempenho térmico e baixa contribuição para o efeito de ilha de calor urbano, ainda que seja a segunda mais dispendiosa das opções consideradas.

É legível uma clara aproximação de resultados entre as opções 1 e 4. Ainda que sejam bastante diferentes no critério de maior importância relativa, o custo, são opostas no que respeita aos dois critérios de sustentabilidade, acabando por compensar os valores da coluna de valor económico, classificando a opção 4, a mais cara, apenas um ponto menos atrativa que a opção 1, a segunda menos dispendiosa.

Analisando ao pormenor os gráficos de análise de sensibilidade para cada um dos critérios para este cenário, pode notar-se com maior clareza o que se encontra expresso na tabela geral do cenário.

Gráfico 5 - critério de acústica no cenário 2



Neste gráfico, onde é observável a variação da pontuação global de cada opção em função da variação de ponderação do critério acústica, pode notar-se que as opções 1 e 4 se encontram com valores bastante aproximados no caso das ponderações utilizadas neste cenário; porém note-se que à medida que se valorizasse mais a atratividade do critério de acústica, a opção 4 teria vantagem gradual em relação à opção 1, e

posteriormente em relação à opção 3, devido à camada vegetal. As opções 1 e 2 apresentam, mais uma vez, uma relação de quase paralelismo.

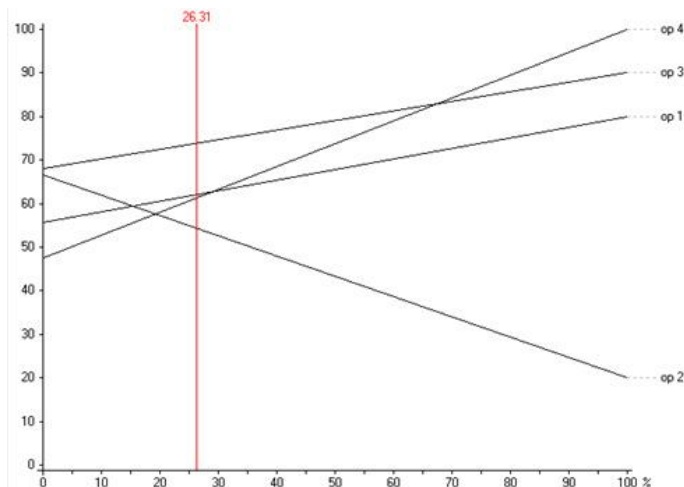
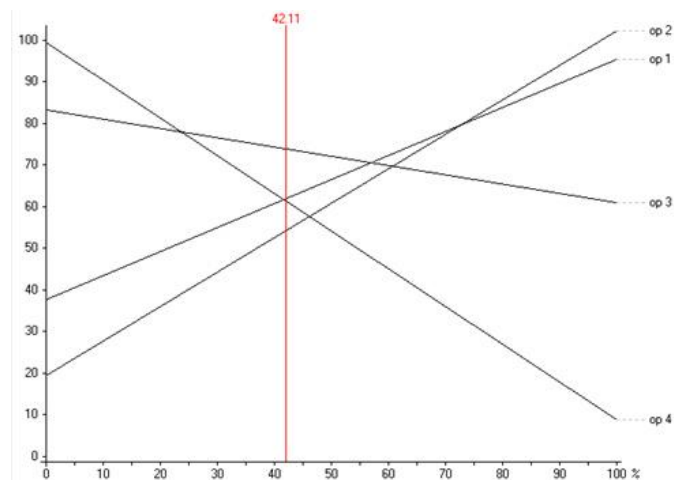


Gráfico 6 - critério de eficiência energética no cenário 2

No cenário 2, quando analisamos o gráfico respeitante à análise de sensibilidade associada ao critério de eficiência energética, pode notar-se que a opção 3 se distancia das restantes, seguindo-se da opção 1 e não da 4, apesar do melhor desempenho das coberturas verdes intensivas relativamente à transmissão de calor. Esta diferença deve-se, mais uma vez, ao facto de o critério do valor económico estar em destaque de atratividade no presente cenário.

Gráfico 7 - critério de custo no cenário 2



Observando o gráfico acima, relativo ao critério de custo por m2, tendo em conta que foi calculado como sendo o critério com mais valor de ponderação, pode notar-se que a opção 3, mais uma vez, apresenta uma clara vantagem em relação às restantes, apesar de ser a segunda mais dispendiosa, seguindo-se das opções 1 e 4. Ao ler o gráfico podemos observar que com uma pequena alteração, no sentido da diminuição da ponderação do critério de custo, o resultado de atratividade obtido entre as opções 1 e 4 seria o oposto, dando vantagem à opção 4 pelos ótimos desempenhos que apresenta nos critérios de eficiência energética e de contribuição para a redução do efeito de ilha de calor urbano, mesmo sendo a que apresenta o valor por m2 mais elevado.

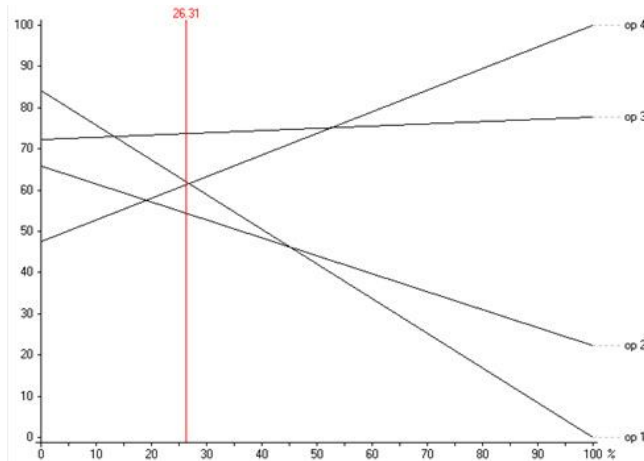


Gráfico 8 - critério de contribuição para a redução do efeito de ilha de calor urbano no cenário 2

Neste gráfico pode também observar-se a vantagem da opção 3, seguindo-se das opções 1 e 4, com uma pequena diferença de resultado, mais uma vez influenciado pelo peso atribuído ao critério de custo neste cenário, e, por fim, a opção 2. Na possibilidade de haver um maior destaque para este critério, de novo seria visível a vantagem da opção 4 em detrimento da 1.

- Cenário 3:

No último cenário, pretendeu-se dar destaque à vertente sustentável das opções, valorizando, então, tanto a eficiência energética como o efeito de ilha de calor com o mesmo valor de ponderação de 35%, seguindo-se o critério do custo, com uma ponderação de 22%, e, por fim, o índice de redução sonora a pesar apenas 8%.

Os resultados obtidos são expressos na tabela seguinte.

**Tabela 7 – Resultados do cenário 3**

Opções	Total	Acústica	Eficiência Energética	Custo	Efeito de ilha de calor urbano
4	80	93	100	9	100
3	78	76	90	61	78
1	50	16	80	95	0
2	37	4	20	102	22
Ponderação		0,0869	0,3478	0,2175	0,3478

Na tabela acima, considerando uma ponderação superior para os critérios de eficiência energética e contribuição para a redução do efeito de ilha de calor urbano, seguindo-se do critério de valor económico, e, por fim, atribuindo uma ponderação consideravelmente mais baixa ao critério de acústica, nos resultados obtidos lê-se que a opção 4 é, neste caso, a mais atrativa, seguindo-se da opção 3, que apresenta uma diferença de apenas dois pontos da primeira, e mais abaixo na classificação de atratividade para este cenário observa-se as opções 1 e 2.

A grande proximidade entre as opções 4 e 3 é justificada pelo óptimo desempenho térmico que ambas apresentam e pelo seu contributo no arrefecimento das áreas adjacentes devido às camadas vegetais que as constituem.

É perceptível um notório afastamento das opções 2 e 1, devido ao mau desempenho térmico e à elevada absorção registada de energia solar dos materiais que as constituem. Ainda que o preço por m<sup>2</sup> seja um factor



com algum peso de ponderação, não é o suficiente para originar bons resultados de atratividade neste cenário.

Analisando ao pormenor a análise de sensibilidade de cada um dos critérios para este cenário, pode notar-se com maior clareza o que se encontra expresso na tabela geral do cenário.

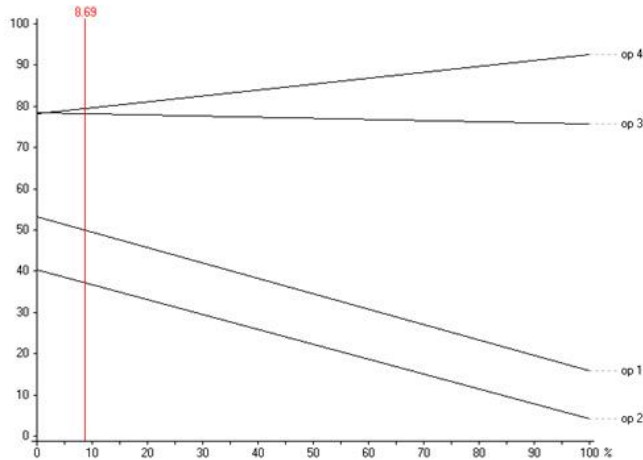
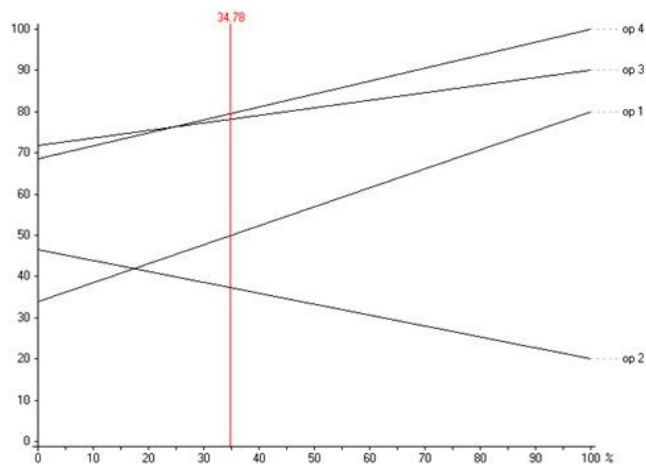


Gráfico 9 - critério de acústica no cenário 3

Lendo o gráfico respeitante ao critério de acústica, neste último cenário testado, pode observar-se uma proximidade entre as opções 4 e 3 e um quase paralelismo entre as opções 1 e 2. Alterando a ponderação deste critério, o resultado não se alteraria para esta situação, apenas se daria mais destaque à opção 4, devido às propriedades de isolamento sonoro da camada vegetal que a constitui.

Gráfico 10 - critério de eficiência energética no cenário 3



No gráfico acima, que representa a análise de sensibilidade para o critério de eficiência energética neste cenário, as opções 4 e 3 encontram-se próximas, apresentando linhas ascendentes. No caso das opções 1 e 2, apesar de distantes, é legível uma gradual maior atratividade da opção 1 em relação à opção 2, devido à maior capacidade de isolamento térmico da opção 1, ainda que a 2 seja a menos dispendiosa.

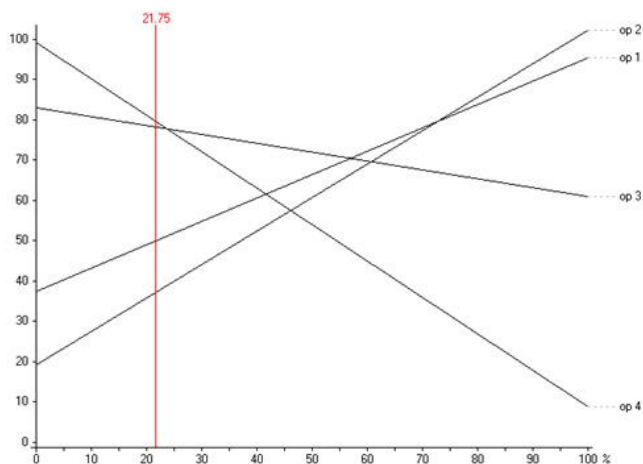
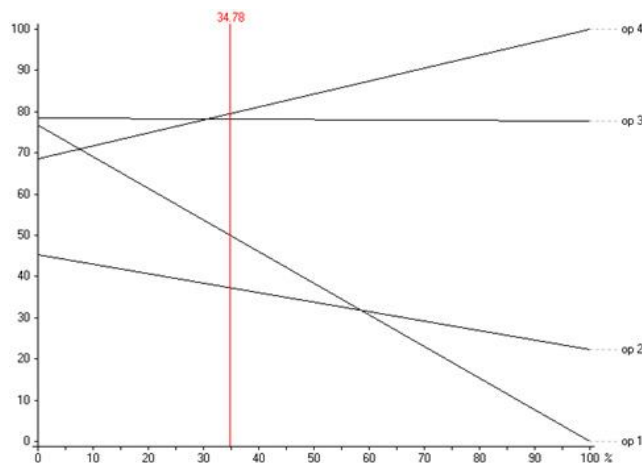


Gráfico 11 - critério de custo no cenário 3

Ao observar o gráfico respeitante ao critério económico das opções, tendo em conta que este foi o critério com a segunda maior ponderação, logo após os critérios de eficiência energética e de atenuação do efeito de ilha de calor, aos quais se atribuiu a maior valorização na ponderação final, pode ler-se uma clara proximidade entre as opções 4 e 3. Na possibilidade de se ter atribuído uma percentagem ligeiramente superior de ponderação ao critério de custo, o resultado alterar-se-ia, dando maior vantagem à opção 3. As opções 1 e 2 encontram-se claramente distantes das duas anteriores, apesar de serem mais económicas, devido aos maus resultados que apresentam nos dois critérios de maior ponderação deste cenário.

Gráfico 12 - critério de contribuição para a redução do efeito de ilha de calor urbano no cenário 3



Finalmente, se se observar o gráfico respeitante ao critério de redução do efeito de ilha de calor urbano, é legível uma aproximação dos resultados das opções 4 e 3, com um notório afastamento das outras duas opções.

### 3.3- Reflexões críticas

Após a apreciação dos resultados obtidos com o modelo de análise multicritério MACBETH, considerando os três cenários em estudo, é possível concluir que a opção 3 – cobertura verde extensiva – é a mais atrativa, seguindo-se da opção 4 – cobertura verde intensiva. Com um nível de atratividade mais distante destas duas opções, encontra-se a opção 1 – cobertura plana acessível invertida e, por fim, a opção 2 – cobertura inclinada.

As coberturas verdes, apesar de serem as mais dispendiosas, registam um maior índice de redução sonora, um menor coeficiente de transmissão térmica, e um maior contributo na redução do efeito de ilha de calor urbano.

Mesmo quando ao factor económico foi atribuída a maior importância relativa na ponderação dos critérios, no cenário 2, a opção 3 continuava a registar a maior pontuação global.

Pode concluir-se, portanto, que a opção mais atractiva será uma construção com cobertura ajardinada extensiva.

Este tipo de solução, apesar de apresentar um custo inicial mais elevado relativamente às opções tradicionais, na ordem dos 100€/m<sup>2</sup>, requer pouca manutenção, pois a flora é seleccionada tendo em conta a sua capacidade de auto-suficiência, exigindo apenas, na maior parte dos casos, rega até à estabilização das plantas, e ainda prolonga a vida útil dos materiais que constituem a cobertura. Os ganhos energéticos no interior dos espaços são consideráveis, podendo contribuir, nalguns casos, para uma redução muito significativa da necessidade de climatização mecânica. O índice de redução sonora é elevado, devido à camada vegetal que as constitui. As plantas que são instaladas na cobertura, para além de criarem habitats seguros para insectos e pássaros, purificam o ar, limpam as águas das chuvas e absorvem humidade atmosférica, ajudando a temperar o ambiente circundante.

Existe ainda a possibilidade de instalação deste sistema em coberturas inclinadas, tendo um objectivo puramente estético e ecológico. Quando

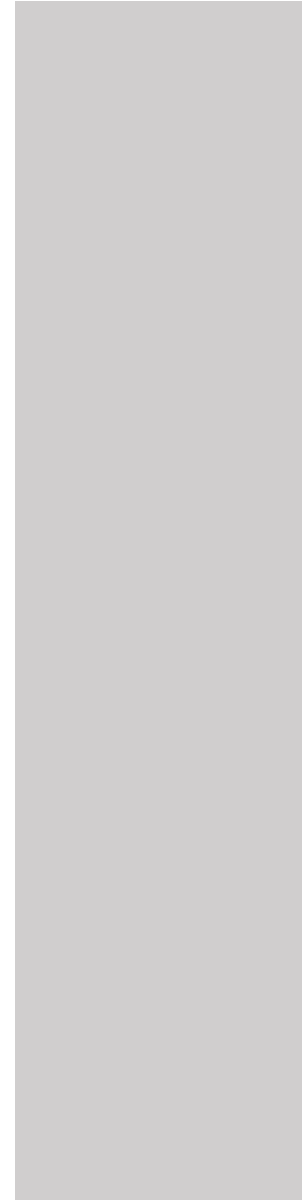
projectado nesse sentido, pode ser utilizado este sistema na captação de águas pluviais para uso doméstico do edifício que o contém.

A opção 4 – cobertura ajardinada intensiva – é mais dispendiosa, porém apresenta melhores resultados térmicos e acústicos. Requer manutenção contínua, pelo que economicamente, a longo prazo, se torna menos acessível. Os gastos de água com a rega das plantas são também consideráveis. A instalação desta solução em coberturas inclinadas não é recomendada, devido ao peso da camada vegetal. Pode ser uma fonte de rendimento, pois é possível cultivar neste tipo de sistema.

Observando a opção 1 – cobertura plana acessível – como a terceira melhor opção, tendo em conta os resultados obtidos, pode atribuir-se essa classificação ao facto de esta apresentar um bom resultado no critério do coeficiente de transmissão térmica e não ser tão dispendiosa como as duas primeiras descritas. Apesar de ser mais económica, haverá mais necessidade de climatização de espaços interiores por meios mecânicos, sobretudo na estação de arrefecimento, despendendo de mais gastos energéticos. Esta solução contribui em grande parte para o efeito da ilha de calor urbano, pois sendo plana, recebe radiação solar durante todas as horas diurnas, refletindo-a de volta à atmosfera, o que gera um maior aquecimento da temperatura nas áreas envolventes. Em zonas urbanas, o mais comum é observar este tipo de cobertura como depósito de lixo tecnológico. Nos últimos anos tem sido feita uma reinterpretação destes espaços, no sentido de se tornarem úteis, começando a aparecer programa de restauração e bar.

Com os piores resultados da análise observa-se a opção 2 – cobertura tradicional inclinada – que é um dos tipos de sistema mais comum nos

centros históricos urbanos. Esta é uma solução mais económica de instalar, apesar de, energeticamente, as coberturas ajardinadas terem uma maior contribuição na redução dos gastos. As telhas cerâmicas utilizadas são um material que absorve bastante radiação solar, o que aumenta a temperatura da atmosfera envolvente. Não geram rendimento nem permitem a utilização do espaço que o edifício ocupa na cidade.



## 4. Conclusão

Esta dissertação teve por objectivo o estudo de um conceito de cidade pensado por Grant Ryan, um cidadão neozelandês, para a reconstrução da sua cidade natal, Christchurch, após a destruição que esta sofreu no terramoto de 2011.

A sua proposta passaria por aliar a reconstrução da cidade à implementação de coberturas verdes nos edifícios novos, conectando-os entre si, por pontes, de forma a criar um parque elevado contínuo, onde haveria um programa diversificado, espaços privados e públicos, uma maior segurança para os peões e velocípedes, e geraria uma maior atratividade urbana, tornando-a num ponto icónico.

Utilizou-se o programa de análise multicritério M-MACBETH no sentido de obter uma resposta à questão da atratividade das soluções verdes de coberturas em centros urbanos, a fim de relacionar estes resultados com o conceito de *cidade jardim elevada*, de Grant Ryan.

Neste programa foram testadas quatro opções de coberturas, – plana acessível, tradicional inclinada, ajardinada extensiva, e ajardinada intensiva – em relação a quatro critérios de ponderação de atratividade – índice de redução sonora, coeficiente de transmissão térmica, custo, e contributo para a redução do efeito de ilha de calor urbano.

Testaram-se três cenários. No primeiro, todos os critérios foram ponderados com igual valor de atratividade. No segundo, foi atribuída maior ponderação ao critério económico e igual ponderação aos critérios de



eficiência energética e contributo para a redução do efeito de ilha de calor urbano, seguindo-se, com um baixo valor de ponderação, o critério de acústica. E no último cenário testado foram considerados com maior e igual ponderação os critérios de eficiência energética e contributo para a redução do efeito de ilha de calor urbano, seguindo-se o critério económico, sendo que a acústica foi considerada com o mais baixo valor de ponderação.

O sistema de cobertura ajardinada extensiva foi a solução que apresentou melhores resultados no panorama geral. Apresenta bons resultados tanto a nível térmico como a nível acústico, é apenas um pouco mais dispendioso do que as soluções tradicionais, e ajuda a limpar o ar, reduzir o efeito de estufa, filtra as águas pluviais, possibilitando ainda o aproveitamento das mesmas, e gera uma sensação de alívio visual em centros urbanos.

Se aliarmos os benefícios deste tipo de sistema à possibilidade de atravessar a cidade longe do ruído e da poluição viária, devolvendo à população o espaço ocupado pelo edificado, criando espaços verdes com programas diversificados e atrativos, gerando ainda receita com a possibilidade de plantio, pode concluir-se que este é um possível conceito de centro urbano do futuro.

Neste caso de estudo, a proposta era a de reconstruir uma cidade totalmente em ruínas. A aplicação da visão urbana de Ryan seria mais facilmente executada. Se se pensar num centro urbano já consolidado, em Portugal, onde a legislação não favorece nem promove a construção verde, e onde este tipo de sistema ainda não está difundido, talvez esta não seja a resposta.

No entanto, se pensarmos que os arredores das metrópoles são vividos como autênticos “bairros dormitório”, onde as pessoas habitam apenas por ser mais económico e comutam todos os dias em direção aos grandes centros para trabalhar, regressando apenas à noite, este modelo seria de grande vantagem para os cidadãos, proporcionando-lhes uma maior qualidade de vida, tornando essas zonas satélite em locais agradáveis, atraindo novos moradores e novas empresas. Tal como Grant Ryan disse no seu discurso no TEDxEQChCh de 2011 sobre *o custo económico de ser aborrecido* “devemos negar tudo o que é caro, mas também o devemos fazer a tudo o que seja aborrecido.”(Taylor 2011)

## 5. Bibliografia

**Anderson, Charles.** The Guardian. Guardian News and Media Limited. 27 de Janeiro de 2014. <https://www.theguardian.com/cities/2014/jan/27/christchurch-after-earthquake-rebuild-image-new-zealand>

**Babylon's hanging garden:** ancient scripts give clue to missing wonder <https://www.theguardian.com/science/2013/may/05/babylon-hanging-garden-wonder-nineveh>

**Cone, Julian.** Elevated Garden City. WordPress. 2011. <http://www.elevatedgardencity.com>

**Costa, Carlos A. Bana e, Jean-Marie de Corte, e Jean-Claude Vansnick.** "M-MACBETH." M-MACBETH. 2005. <http://www.m-macbeth.com/pt/m-home.html>

**Dalley, Stephanie.** Hanging gardens of Babylon. <http://www.mysteriesinhistory.com/ancient-structures/hanging-gardens-of-babylon.php>

**Ertl, Michael.** NEWS ASIA-PACIFIC. BBC. 21 de Fevereiro de 2016. <http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-pacific-12533722>

**Greenback from Green Roofs:** Forging a new industry in CanadaCanada Mortgage and Housing Corporation1999

**Hanging Gardens of Babylon in Assyrian Nineveh.** 13 de Maio de 2015. <http://www.biblicalarchaeology.org/daily/ancient-cultures/ancient-near-eastern-world/hanging-gardens-of-babylon-in-assyrian-nineveh>

**HunchCruncher.** HunchCruncher Limited. 2016. <http://www.hunchcruncher.com/community/elevated-garden-city>

**La Promenade Plantée:** A Green and Unusual Walk in Paris! <http://www.goodmorningparis.fr/blog/walks/la-promenade-plantee-a-green-and-unusual-walk-in-paris>

**LeCorbusier.** On Design. <http://niallrossan-blog.tumblr.com/post/28414530398/akira-housing-the-start-point>.

**LeCorbusier.** Towards a new architectureNova lorqueDover Publications, Inc.1986

**“Le Viaduct des Arts.”** Le Viaduct des Arts.  
<http://www.leviaducdesarts.com>

**Malkin, Bonnie.** The Guardian. Guardian News and Media Limited. 14 de Fevereiro de 2016.

**Morgan, Patrick.** “Summary of the idea and resulting comments.” Elevated Garden City. WordPress. 20 de Março de 2011.  
<http://www.elevatedgardencity.com/discussion/summary-of-the-idea-and-resulting-comments/#comments>

**Neoturf.** Neoturf. 2012. [www.neoturf.pt/pt/coberturas-ajardinadas](http://www.neoturf.pt/pt/coberturas-ajardinadas) (acedido em 2015).

**Osmundson, Theodore.** Roof Gardens: History, Design, and Construction. W. W. Norton & Company, Inc., 1999

**Peck, Steven; Kuhn, Monica.** Design guidelines for green roofs. Ontario Associations of Architects.

**Peck, Steven W.** Greenback from Green Roofs: Forging a new industry in Canada. Canada Mortgage and Housing Corporation, 1999

**Robertson, K. A.** Pedestrian skywalk systems: Downtown's great hope or pathways to ruin? Westport, USA: Eno Transportation Foundation, 1988.

**Taylor, Matthew.** TEDxEQChCh. 21 de Maio de 2011.  
<http://www.matthewtaylor.co.nz/2011/05/21/tedxeqchch>

**Tina.** Promenade Plantée – The First Elevated Park in the World  
<http://europeantrips.org/promenade-plantee-the-first-elevated-park-in-the-world.html>

**WOHA.** “Garden city, megacity: rethinking cities for the age of global warming.” (CTBUH - Council on Tall Buildings and Urban Habitat), n.º IV (2016).

# REGENERAÇÃO DAS MARGENS DO RIO ALENQUER

Requalificação da antiga fábrica da Chemina e envolvente

Filipa Alexandra Martins Braz

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	<b>1</b>
1– Proposta de grupo.....	<b>5</b>
2– Proposta individual .....	<b>17</b>
2.1 História .....	18
2.2 Fábrica da chemina .....	19
2.3 Memória descritiva .....	21
2.4 Desenhos técnicos.....	25

## INTRODUÇÃO



### ENQUADRAMENTO NO TERRITÓRIO

Alenquer é o concelho escolhido para as intervenções da Unidade Curricular de Projeto Final de Arquitetura 2016/2017. É uma vila portuguesa pertencente ao Distrito de Lisboa, região centro e sub-região do Oeste, situada a 45km do centro de Lisboa. É a sede de um município com 304,22 km de área limitado a norte



Figura 1 – Enquadramento de Alenquer no território português. SPI, 2014.

pelo município do Cadaval, a leste pela Azambuja. Privilegiada de acessibilidades e da localização na primeira coroa envolvente ao centro metropolitano.

O concelho de Alenquer foi formado num passado recente, num processo liberal entre 1832 e 1855, numa época correspondente a culturas e gerações do Romantismo. Alenquer influenciou em cada período, em cada momento da história de Portugal, onde ficaram vestígios materiais, lendas, tradições, memórias, que sendo património de todos, deve ser entendido e acarinhado.

Figura 2 – Planta 1927, Alenquer

Figura 3 – Planta 1942, Alenquer

Figura 4 – Planta 1965, Alenquer

Figura 5 – Planta 1992, Alenquer

Figura 6 – Planta 2009, Alenquer

Figura 7 – Planta 2016, Alenquer

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Figura 5

Figura 6

Figura 7



Alenquer requer de um centro urbano com dimensão que respeite a história, as condicionantes das infraestruturas e um tipo diferente de ocupação do solo, interligando locais e funções. Neste contexto, carece de reabilitação urbana nas zonas tradicionais, de valorização dos espaços públicos e da reorganização das áreas industriais.

## CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

Principais Classes de Solo (Fig.8):

Áreas agroflorestais (89%)

61% são áreas agrícolas, associada a pomares, oliveiras e hortofrutícolas, sendo a vinha o elemento diferenciador na paisagem. 18 % são áreas florestais, 10% áreas silvestres, associadas, na maioria, à Serra de Montejunto e campos agrícolas abandonados.

Áreas edificadas (6%)

Outras classes de solo (5%)

Indústria extrativa (pedreiras), indústria, equipamentos de logística, armazenagem, comércio, entre outros.

Alenquer assume essencialmente as funções administrativas e de serviços, enquanto que o Carregado assume o núcleo industrial e de logística com muitos serviços e com forte espaço de expansão. Estes atualmente são ligados por um quase contínuo urbano.

## Regeneração das margens do rio Alenquer

Devido a fatores como a crise económica que se verificou nos últimos anos, o setor imobiliário e da construção afetaram o território do concelho de Alenquer. Assim, a existência de vários loteamentos e áreas habitacionais, como arruamentos e infraestruturas construídos, mas com baixa execução reduzida, produzem custos elevados para a CMA, dando origem a problemas urbanos e ambientais que são importantes de resolver.

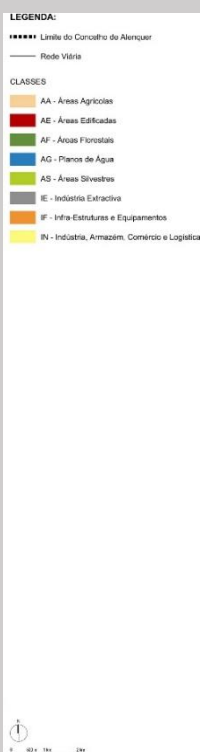
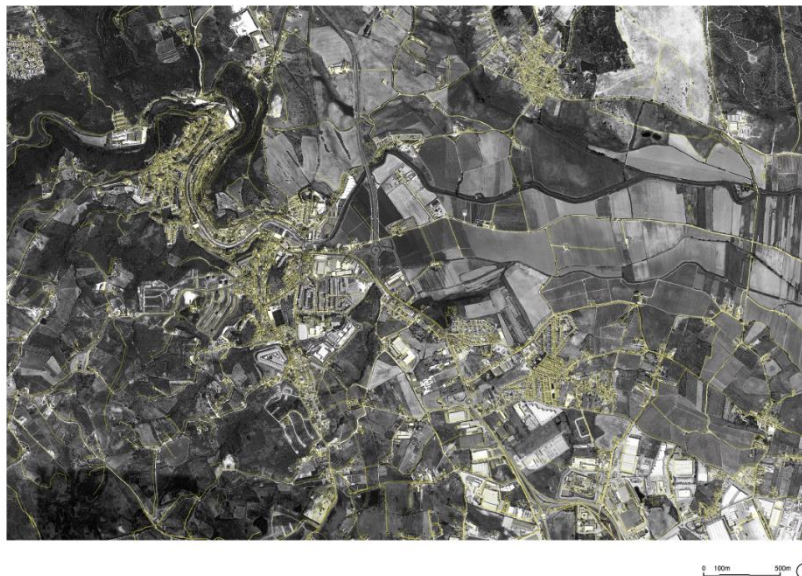


Figura 8 – Ocupação do solo, Alenquer. CMA, 2008.

**1 | Proposta de Grupo**

Figura 9 –Alenquer.  
Google Maps, 2016.



## O

Na análise de grupo referente à população do Município de Alenquer começou por se apurar diversos pontos, até se chegar à proposta de intervenção, em que, para isso, se investigou:

1. População residente e população presente entre 2001 e 2011 Famílias, Núcleos Familiares, Alojamentos e Edifícios entre 2001 e 2011;
2. População residente em 2001 e 2011, segundo os grupos etários e a sua evolução entre 2001 e 2011;
3. População residente segundo o nível de escolaridade atingido e sexo e taxa de analfabetismo;
4. População ativa segundo grupos etários;

5. População residente e desempregada, segundo a condição de procura de emprego e sexo, taxas de desemprego em 2001 e 2011.

A População residente de Alenquer demonstrou um decréscimo entre 2011 e 2014, recuperando parte da população em 2015, sendo que se pode considerar que a mesma se tem mantido estável desde a realização da coleta da amostra.

A densidade populacional tem-se mantido igualmente estável ao longo dos anos da coleta das amostras, sendo que, tem uma variação inferior a 1% ao longo dos anos. A proporção de população jovem tem vindo a diminuir, seguindo em linha o resto do país. No índice de envelhecimento nota-se um aumento, seguindo também a tendência do resto do país.

Principais problemas:

- Inexistência de habitação social;
- Existência de casas degradadas;
- Aumento de 7,2% dos edifícios entre 2001 e 2011;
- 93% do total de edifícios destinados a fins exclusivamente residenciais;
- A maioria da população reside em edifícios com um alojamento de natureza clássica;
- Aumento de 2169 fogos habitacionais em 2001 relativamente a 2011;
- Aumento do fenómeno de imigração faz com que aumente o número de residentes em condições precárias.

Alojamentos:

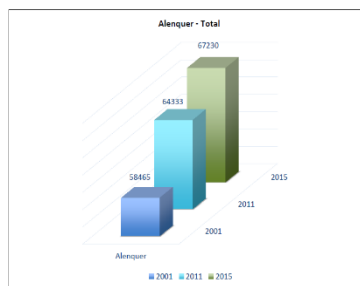
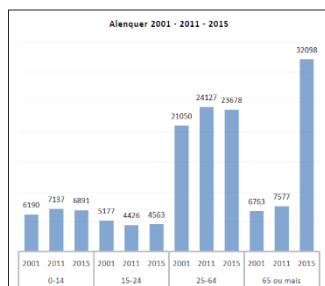
- Aumento entre 2001 e 2011 de 3494 alojamentos (variação de 22,3%)
- 19174 alojamentos em 2001, 12% dos quais se encontram vagos (2319);
- Aumento de 24% dos alojamentos vagos entre 2001 e 2011;
- 18 barracas no concelho – 74% dos alojamentos são

## Regeneração das margens do rio Alenquer

residências habituais e 14% são de uso sazonal ou secundário, sendo que entre 1991 e 2001 este tipo de alojamentos aumentou 62,4%, o que demonstra a crescente procura do concelho como espaço de habitação secundária.

Referente à análise da população residente em 2001 e 2011,

Grupo Etário	0-14			15-24			25-64			65 ou mais		
	2001	2011	2015	2001	2011	2015	2001	2011	2015	2001	2011	2015
Alenquer	6190	7137	6891	5177	4426	4563	21050	24127	23678	6763	7577	32098



Zona Geográfica	Total		
Anos	2001	2011	2015
Alenquer	58465	64333	67230

segundo os grupos etários e a sua evolução neste período, a população residente no concelho encontra-se dispersa por diversos aglomerados, na sua maioria de pequena dimensão, verificando-se um significativo contraste dada a existência de duas realidades bastante diferentes entre si a todos os níveis: uma zona urbana centrada no eixo Carregado-Alenquer e uma outra zona ainda com um cariz marcadamente rural, que compreende as restantes freguesias freguesias.

Figura 10 –Popução Residente, 2001-2011-2015. Grupo, 2016

Existe uma dinâmica de crescimento de residentes que se tem constatado nos últimos anos no concelho, como se pode observar nos gráficos, marcado em particular por dois fenómenos importantes: por um lado, verificam-se ganhos populacionais significativos nas freguesias mais próximas da região de Lisboa, onde se destaca o papel assumido pela freguesia do Carregado, e por outro, verifica-se que as freguesias que compõem a zona mais rural do concelho têm vindo a registar alguma perda de população. Em contrapartida, as freguesias de Sto. Estevão e Triana registaram um aumento populacional, bem como a freguesia do Carregado. Estas três freguesias são as mais populosas do concelho.

Alusivo à população residente segundo o nível de escolaridade atingido e sexo e taxa de analfabetismo, em 2011, a população que possui o grau de ensino pós-secundário ou superior é bastante reduzida. As freguesias do Carregado, Sto. Estevão e Triana são as que apresentam menor número de pessoas sem escolaridade e maior número de residentes com o nível de ensino superior.

Figura 11 –Taxa de Analfabetismo, 2011. Grupo, 2016

Zona Geográfica	Taxa de Analfabetismo 2001	Taxa de Analfabetismo 2011
Alenquer (Sto Estevão)	10,70%	4,50%
Alenquer (Triana)	10,55%	3,82%
Cadafals	13,25%	6,95%
Carregado	6,65%	2,36%
Oeste	12,75%	6,09%



A Associação Empresarial da Região de Lisboa (AERLIS), no Carregado, e o centro de Formação Profissional de Alverca, são dois dos polos existentes que podem contribuir mais para a formação e eventual melhoramento do acesso ao mercado de trabalho, mas a rede de transportes não é eficiente o quanto baste.

A Câmara Municipal de Alenquer também interveio, na medida de facilitar o acesso da população aos centros de formação, apoiando na compartilhação de passes escolares para a frequência de formação profissional. Existe, ainda, no Carregado, um Pólo de Formação, nas instalações do grupo Salvador Caetano, funcionando em articulação com o Instituto de Emprego e Formação Profissional (IEFP), facilitando a formação profissional de jovens dos 15 aos 25 anos, redirecionando-os diretamente para o mercado de trabalho.

O envelhecimento do parque escolar do concelho é detetado como sendo um problema no que concerne ao incentivo dos jovens a estudar e à possibilidade de criação de novos cursos por falta de infraestruturas. Contudo, foram construídos dois novos centros escolares nas freguesias do Carregado e Sto. Estêvão, melhorando assim a oferta formativa e concedendo melhores condições de ensino-aprendizagem.

Quanto à população activa segundo grupos etários no município de Alenquer, há fragilidade do grupo etário dos 15-24 ao nível da redução da disponibilidade de população activa ao longo das últimas décadas. Em 2009, ano depois da última grande crise na económica, houve um forte investimento no setor primário (agricultura...), que se reflete no aumento da oferta de emprego no ano de 2013, claramente superior à situação de 2009.

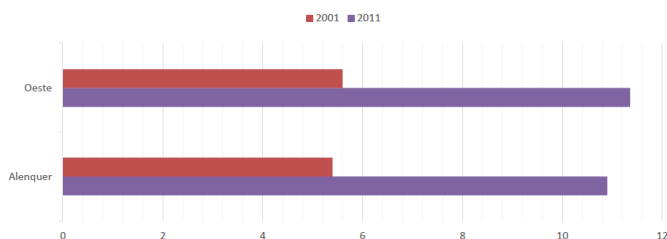
Figura 12 – Gráfico da oferta de emprego, Grupo, 2016.



Entre 2012 e 2013, houve um crescimento do número de empresas com atividade económica em agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca, sendo o setor primário o que gera menos emprego. Assim, os jovens dos 15-24 anos, são cada vez menos ativos, e o investimento agrícola regista pouco impacto no

mercado de trabalho.

De uma forma geral, a tendência é para o aumento da população empregue no setor terciário (indústrias transformadores...), diminuição do secundário (indústrias extrativas...) e manutenção do primário. De 2001 a 2011, a taxa de atividade da população economicamente ativa em Alenquer manteve-se nos 50%, embora as freguesias do caso em estudo tenham todas sofrido uma diminuição da taxa de atividade neste período, com mais impacto em Cadafais. Entre estas, o Carregado é a que tem maior expressão. As conclusões diretas são:



- Apenas 50% da população economicamente ativa tem emprego;
- Setor terciário em crescimento;
- Empresas agrícolas oferecem poucos postos de trabalho.

Por fim, a população residente e desempregada, segundo a condição de procura de emprego e sexo e as taxas de desemprego em 2001 e 2011, pode verificar-se uma subida do desemprego em todas as freguesias, para quase o dobro em ambos os sexos.

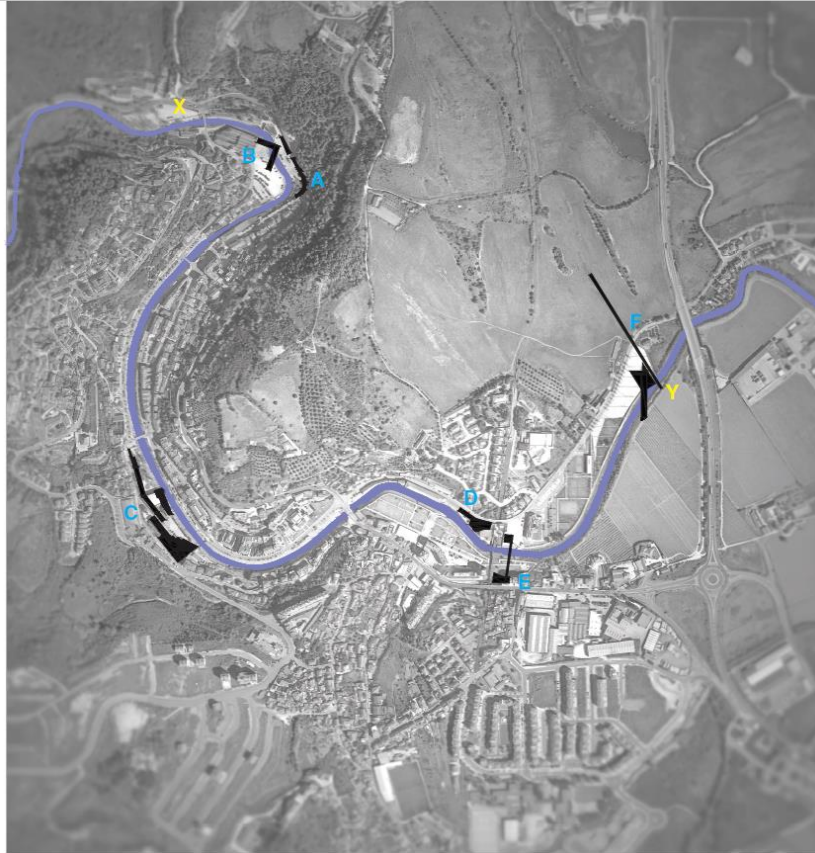
Figura 13 –Taxa de Desemprego, 2011 - 2011

(Fonte: Grupo)

PROPOSTA DE GRUPO

Figura 14 –  
Regeneração das  
margens do Rio  
Alenquer

(Fonte: Grupo)



Posterior à análise feita em grupo sobre o Município de Alenquer e à consulta de plantas de anos anteriores, propõe-se uma reversão do curso fluvial, tendo como referência o leito de 1927. O contolo de cheias seria efetuado pela construção de um bypass. Com o ponto X

de início no Areal e com o ponto Y de saída na extremidade nascente do Parque Urbano da Romeira (Fig.10). Esta infraestrutura permitiria rever a morfologia das margens, criar bacias e açudes de retenção das águas e renovar as áreas urbanas adjacentes. Ilustramos 5 hipóteses de transformação:

- Zona A e B: Areal.

Propõem-se a construção de um interface rodoviário na margem esquerda, que aloje estacionamento e terminal rodoviário. Este edifício-topográfico acompanha a curva do rio e interliga o sistema de jardins a norte-ponte com o sistema urbano.

Um edifício-ponte interliga as duas margens, alojando um programa turístico e desportivo, que toma partido paisagístico da nova configuração dos “*olhos de água*”.

- Zona C: Chemina.

Propõe-se que a reabilitação da antiga Fábria de Lanifícios da Chemina inclua a reconfiguração dos edifícios contíguos, desobstruindo a ligação do terreiro da fábrica ao Jardim Vaz Monteiro, abrindo caminho para o alargamento do perfil fluvial. A nova Chemina alojará programa de escola profissional, para responder à deficiência da oferta em Alenquer, e uma creche, realojando o programa dos edifícios contíguos a esta.

- Zona D, E, F: Parque Urbano da Romeira.

A proposta D reaproveita um conjunto de armazéns atualmente

em desuso. É proposta a construção de um Centro de Hidroterapia, utilizando simbolicamente a nova proximidade do plano de água. Ensaia-se um conjunto de relações entre a estruturareaproveitada e o plano de água, os espaços públicos adjacentes e o novo edifício de alojamento desportivo proposto em E.

A subzona E propõe um Centro de Alojamento para Atletas situado junto do aqueduto do Alviela. O edifício atravessa o rio, transformando-se numa passagem pública entre marges, ligando a N1 e Paredes à margem esquerda. Este programa é complementado funcionalmente e simbolicamente pelas propostas D e F.

A proposta F localiza-se no final do Parque Urbano da Romeira e propõe um Centro Desportivo de Treino, integrado na construção do terminal Bypass. A proposta complementa os espaços desportivos já previstos para o local, oferecendo um conjunto de valências para treino de alto rendimento, reabilitação motora e aeróbica. O edifício atravessa o rio, interligando as margens e acedendo à pista de atletismo no campo de pessegueiros na margem direita.

**2 | Proposta Individual**

## 2.1 - História

Fábrica de Lanifícios, desenhada pelo Arq. José Juvêncio da Silva à ordem dos irmãos Guerra (José Joaquim Guerra e Salomão Guerra).

1889 | 1890 – construção

1904 – ampliação do corpo principal da Chemina, a Oeste

1948 – irmãos Guerra vendem a fábrica à firma Fábrica Barros, Ld.<sup>a</sup>

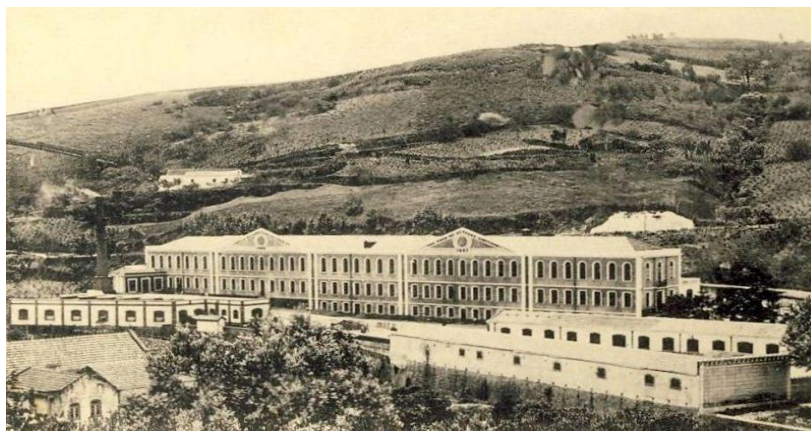
1942 | 1952 – encerra

1952 – volta a ser vendida e adquire o nome de Empresa de Lanifícios Tejo, Ld.<sup>a</sup>

1994 – encerra definitivamente, sendo os edifícios adquiridos pelo Município de Alenquer

2000 – arde o corpo principal da fábrica

Fig. 15 – Fotografia da Chemina, Álvaro Seco, 1961





## 2.2 - Fábrica da Chemina

Esta antiga fábrica de lanifícios é um edifício industrial do final do séc. XIX. As paredes estruturais são de alvenaria de pedra, as lajes de betão, os pilares tubulares de ferro, com vigas também em ferro. Caracteriza-se pela verticalidade dos vãos, que contrastam com a horizontalidade do próprio edifício. A sua cor vermelho tijolo faz com que se destaque da envolvente. Da construção da fábrica datam também os edifícios contíguos que serviriam de armazém, na época em que esta funcionava. O rio teria um desenho mais alargado, chegando até ao muro de suporte que unia os edifícios contíguos ao bloco que se situa à frente da fábrica. A água era utilizada na lavagem dos tecidos.

Área total Chemina – 3 780 m<sup>2</sup>

Área total dos edifícios contíguos – 658.5 m<sup>2</sup>

FERRO | VIDRO | TIJOLO

Proximidade com o rio, mercado e biblioteca municipal.

Grande afluência de pessoas.

Largo Palmira Bastos

Estacionamento

Parque Vaz Monteiro

Regeneração das margens do rio Alenquer



Fig16 / 17 / 18 / 19 -  
Fotografias da  
Chemina, autora, 2016.

## 2.3 - Memória Descritiva

A proposta de requalificação da antiga fábrica da Chemina passa por uma inteira reabilitação do edifício da fábrica e dos edifícios contíguos a esta. O parque Vaz Monteiro sofre também uma reabilitação, tal como o posto de turismo nele incluído. O largo Palmira Bastos é revisto a nível de estacionamento, que à data se encontra amontoado em torno da rotunda que nele existe.

Após análise dos dados referentes à taxa de analfabetismo em Alenquer, verificou-se que a oferta de formação profissional era escassa e deficitária. Pensou-se, portanto, em criar no edifício programa de escola profissional. Nos edifícios contíguos, à data, existe uma creche e uma filarmónica. Após visita à creche existente, foi possível compreender que os espaços existentes eram pequenos, tinham falta de valências essenciais ao funcionamento de um espaço para crianças dos 1 aos 2 anos, e não dispunham de sala de refeições para todas as crianças. Propõem-se, portanto, a inclusão do programa de creche no edifício que foi acrescentado à fábrica em 1904. Devido à necessidade de valências que estes programas têm, reabilitou-se ainda o edifício à frente da fábrica para incluir uma cantina de apoio à escola profissional, e criou-se um edifício na implantação do bloco Norte contíguo à Chemina para que contivesse o programa das oficinas da escola. Pensando o estacionamento que existe defronte à fábrica, na implantação do bloco Sul contíguo a esta, criou-se um parque de estacionamento de fachada e coberturas ajardinadas, integrado no jardim, que

comporta até 43 veículos.

No meu trabalho prático individual foi projectada a creche, a cantina da escola profissional, o parque de estacionamento e o posto de turismo.

CHEMINA – A requalificação do edifício foi feita mantendo as paredes exteriores da fábrica, utilizando-as como uma “casca” do programa. Todo o novo programa é colocado em “caixas” de estrutura leve de aço, elevadas da laje, transmitindo uma sensação de leveza. Entende-se esta intervenção como efémera, possibilitando a alteração de programa com a adição ou subtração destes blocos. A percepção que foi tida aquando da primeira visita às ruínas da antiga fábrica foi a de um edifício industrial, onde se destacava o betão e o ferro. Essa é a imagem à qual se pretende dar continuidade. As paredes exteriores serão reabilitadas com betão projectado e rebocadas, brancas. Os pisos serão mantidos à cota original, com lajes de betão e revestimento de microcimento cinzento. Toda a estrutura de vigas e pilares de aço encontra-se à vista, dando destaque ao esqueleto do edifício. A cobertura será feita em chapa metálica ondulada. O espaço exterior da fábrica foi tratado em direção ao rio, com a criação de bancadas em betão, que vão da cota do parque à cota do rio, possibilitando o contacto com a água.

CRECHE – Os blocos que a compõem são constituídos por uma estrutura de aço leve, elevados a 5cm da laje, com um pé-direito de

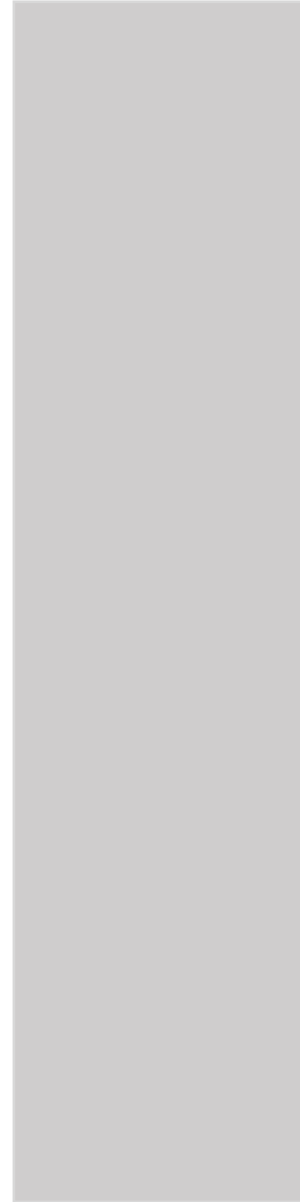
2,5m, com pavimento de linóleo e paredes cinzentas claras do lado exterior e coloridas conforme a função do espaço do lado interior. O programa divide-se pelos 3 pisos do edifício de ampliação da chemina. No piso 0 encontram-se os serviços: a recepção, reestruturando a divisão de ferro e vidro que existia já com essa função aquando do funcionamento da fábrica; instalações sanitárias; enfermaria; sala de educadores; sala de reuniões, núcleo administrativo; gabinete da direcção; sala de descanso do pessoal e respectivos balneários; e lavandaria. No piso 1 situa-se o programa referente às crianças de 1 ano: 3 salas, cada uma com as suas instalações sanitárias para crianças e uma para o educador; instalações sanitárias no hall de entrada feita a partir do estacionamento da creche; cozinha; sala polivalente, utilizando apenas montantes de aço para definir o espaço, não o fechando devido à escassa iluminação que o espaço tem; e zona de recreio interior. No piso 2 os espaços são dedicados às crianças de 2 anos, contendo: 2 salas, cada uma com as suas instalações sanitárias para crianças e uma para o educador; uma pequena sala de refeições e copa, para que as crianças não tenham que se deslocar entre pisos; um compartimento de arrumos dos brinquedos do recreio exterior do terraço; e instalações sanitárias. É possível aceder ao edifício a partir de qualquer um dos pisos.

**CANTINA** – Este espaço foi pensado para dar apoio à escola profissional e está situado no edifício situado à frente da fábrica. Pretende manter-se a estrutura do mesmo, reabilitada. Contém, no

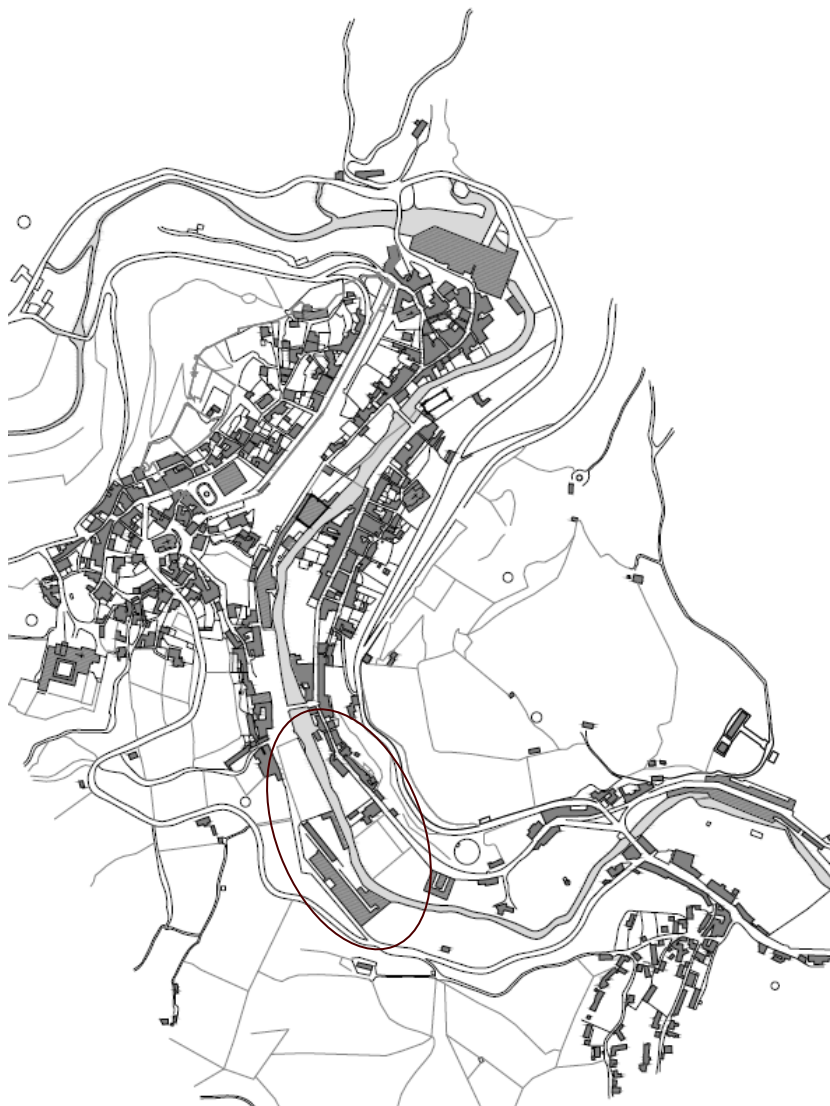
corpo rectangular, cozinha e balneários, possibilitando, devido à sua área, o decurso de aulas práticas de restauração e pastelaria. A cobertura deste bloco é plana ajardinada extensiva para que possa conter a esplanada do bar da escola no topo. O corpo triangular contém recepção, hall com cacifos, a grande sala de refeições, a linha de self-service e as instalações sanitárias. A iluminação zenital já existente foi mantida.

PARQUE DE ESTACIONAMENTO E POSTO DE TURISMO – O parque de estacionamento divide-se em dois pisos e comporta 43 lugares. O acesso a veículos é feito a Norte, no primeiro piso, à cota 22, e a saída dos mesmos é feita a Oeste, no segundo piso, à cota 25,5. As coberturas e fachada Norte são ajardinadas, numa busca pela dissolução do edifício no parque. O novo posto de turismo é feito no seguimento do parque, dando continuidade à forma deste, rematando-o a Norte. Dispõe de zona exterior sombreada por uma pérgola. Houve ainda a necessidade de incluir instalações sanitárias públicas.

**2.4 – Desenhos técnicos**

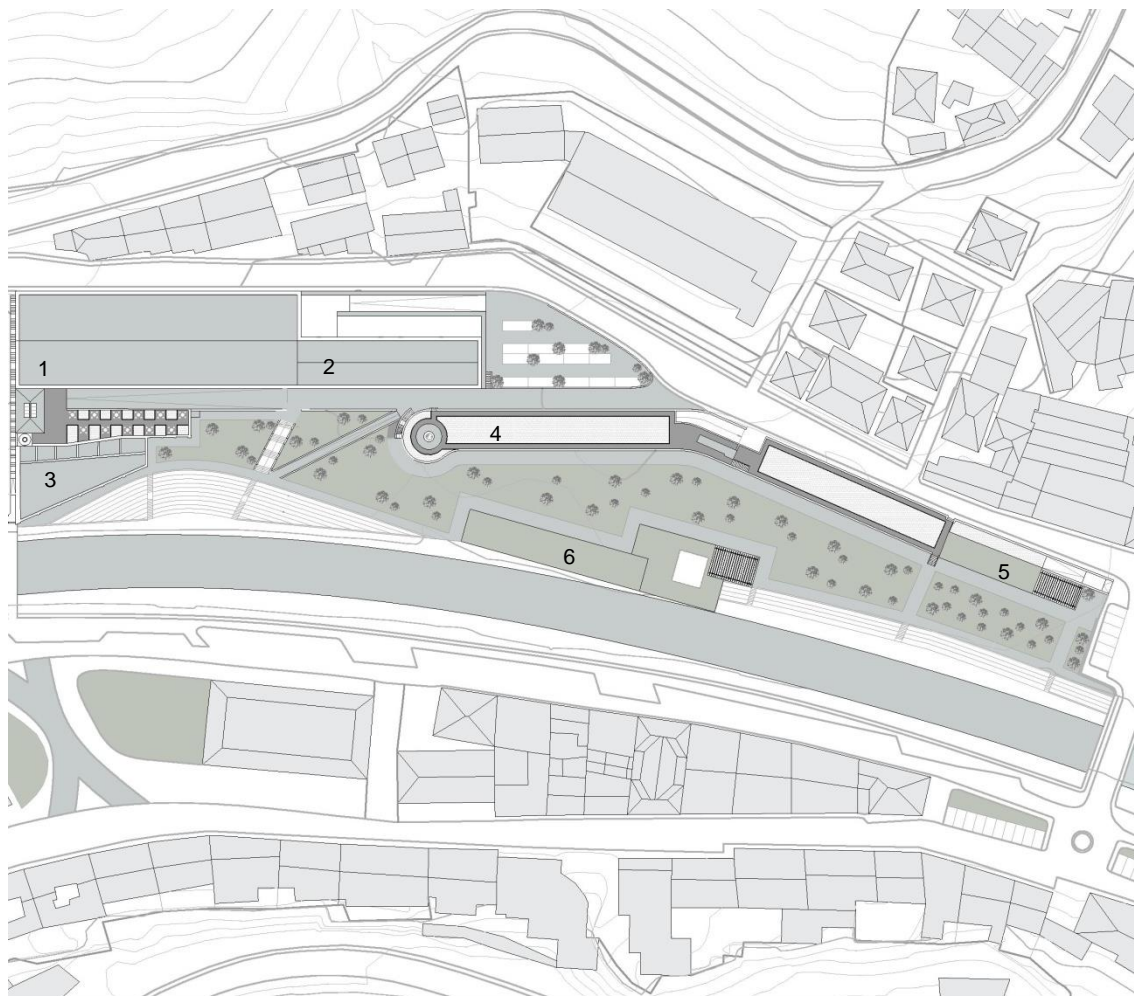


**Fig. 20 - Planta geral de Alenquer com destaque para a zona de intervenção, Grupo, 2016.**



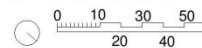


## Regeneração das margens do rio Alenquer



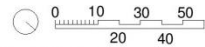
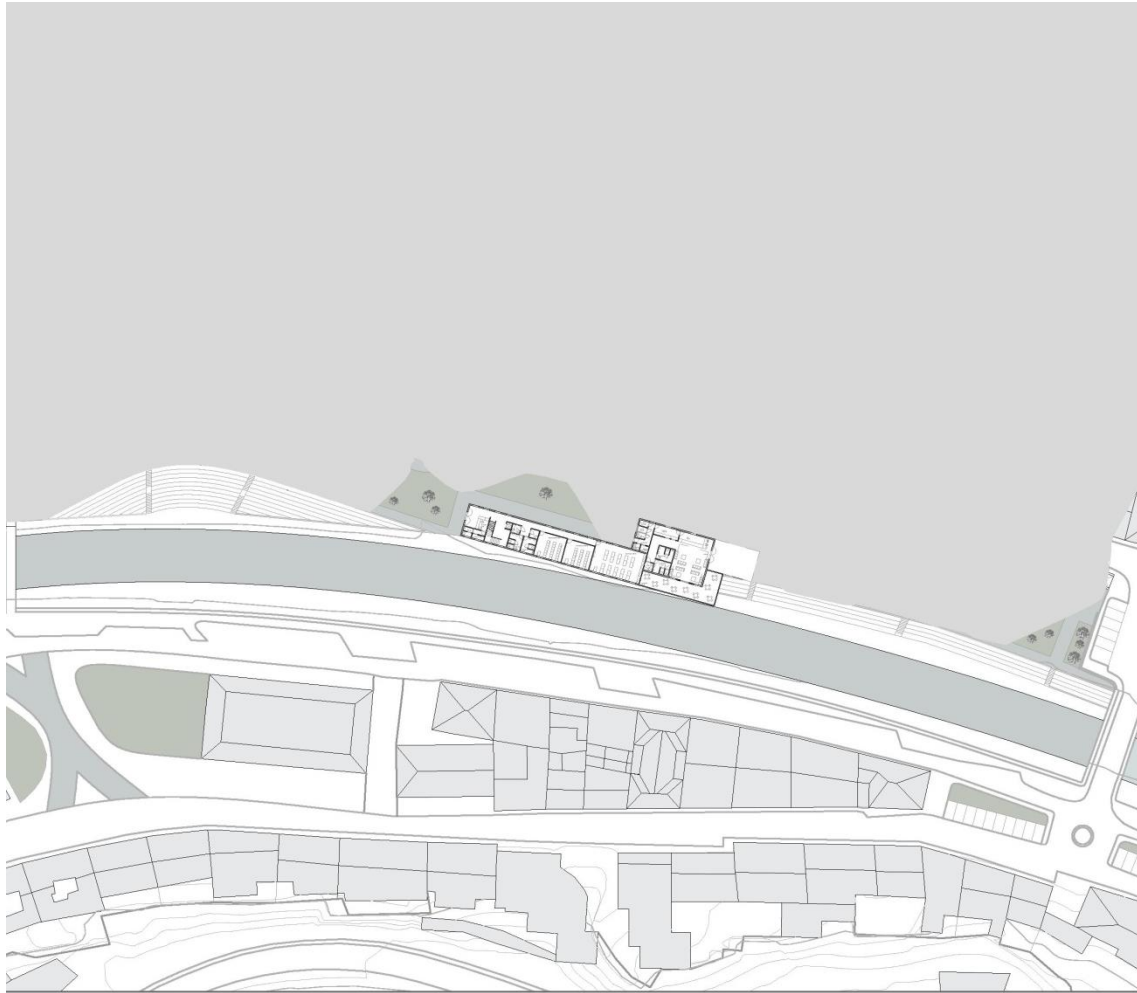
### Legenda

- 1 – Escola profissional
- 2 – Creche
- 3 – Cantina
- 4 – Estacionamento
- 5 – Posto de turismo
- 6 – Oficinas



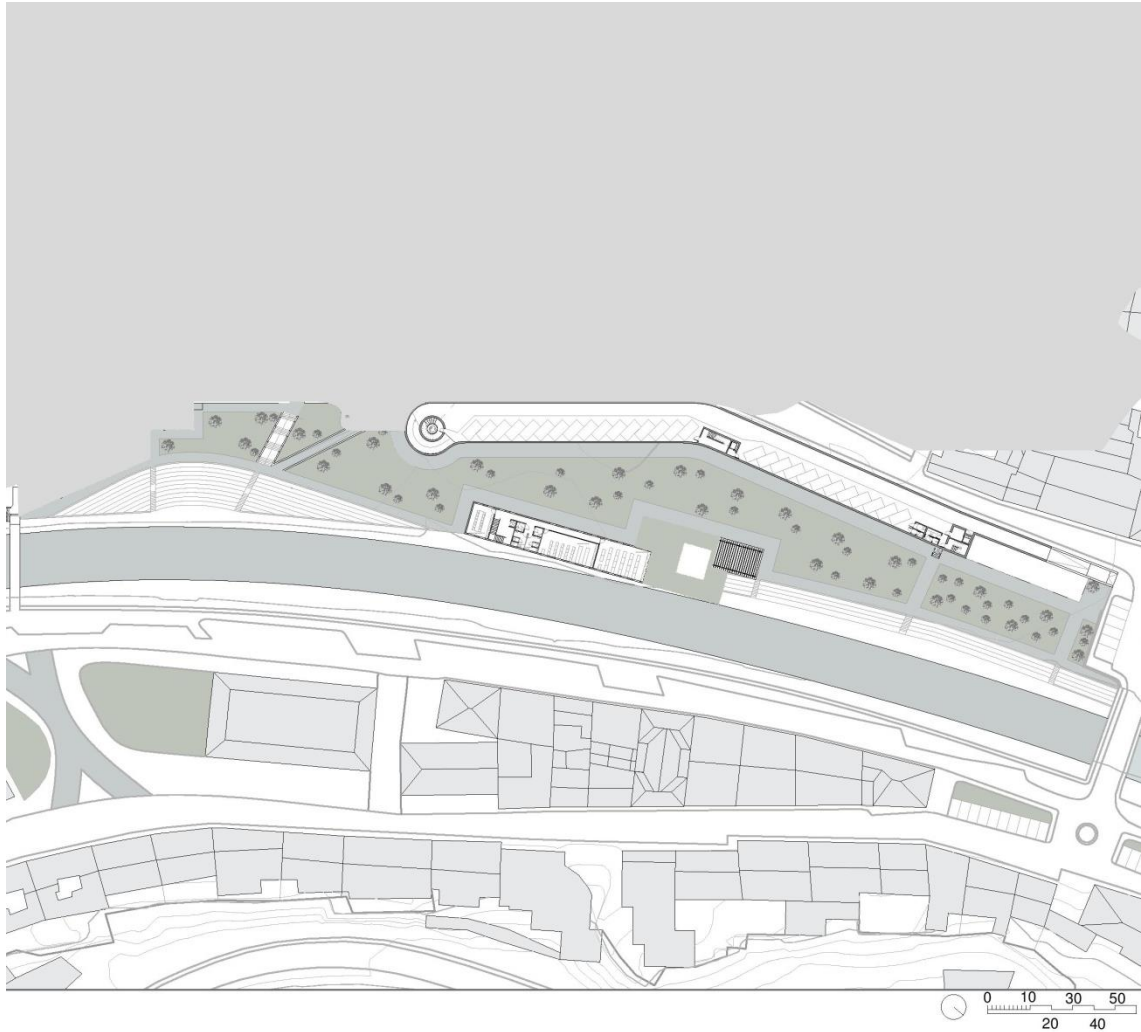
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO

# Regeneração das margens do rio Alenquer



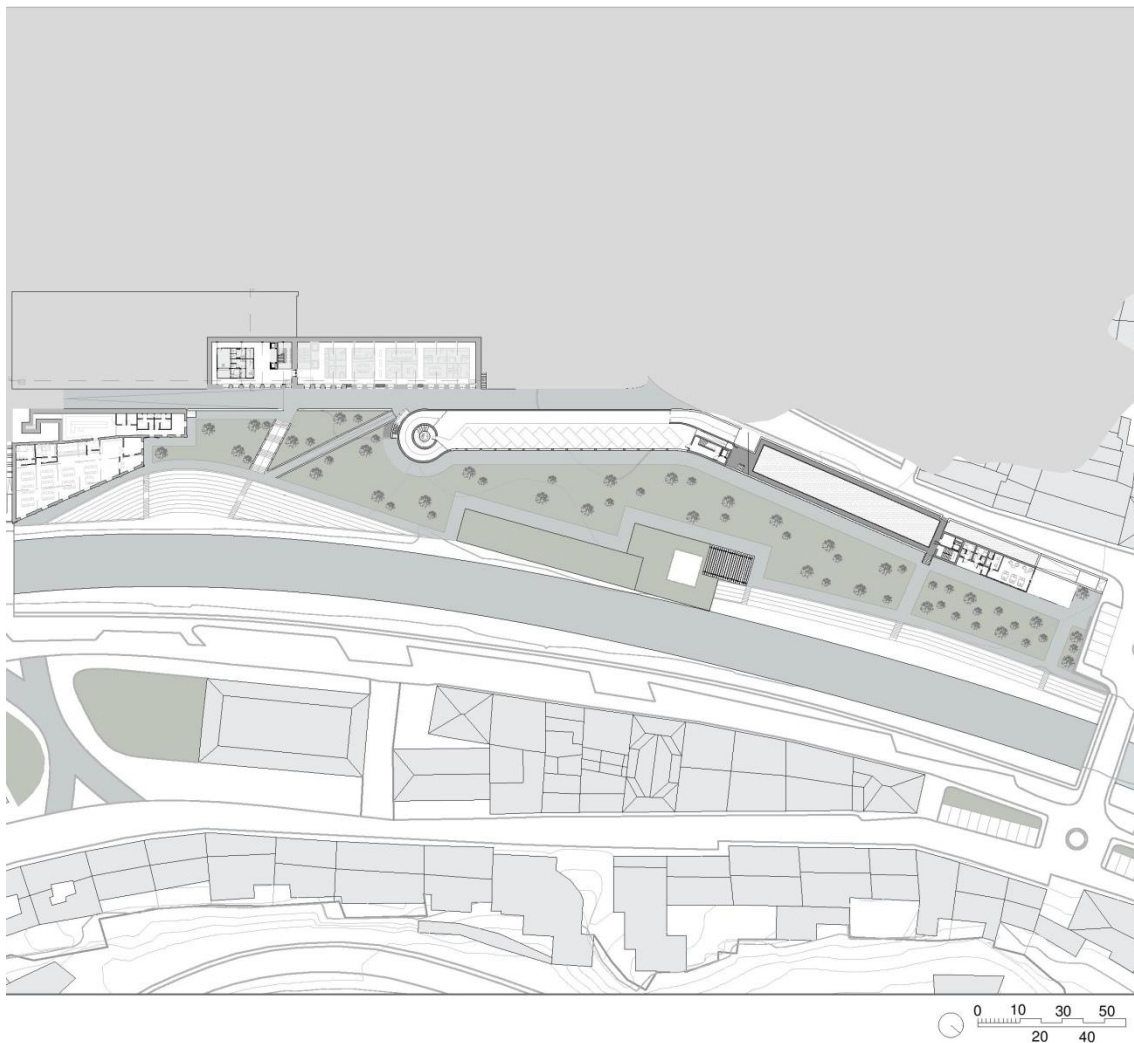
OFICINAS, PISO 0

# Regeneração das margens do rio Alenquer



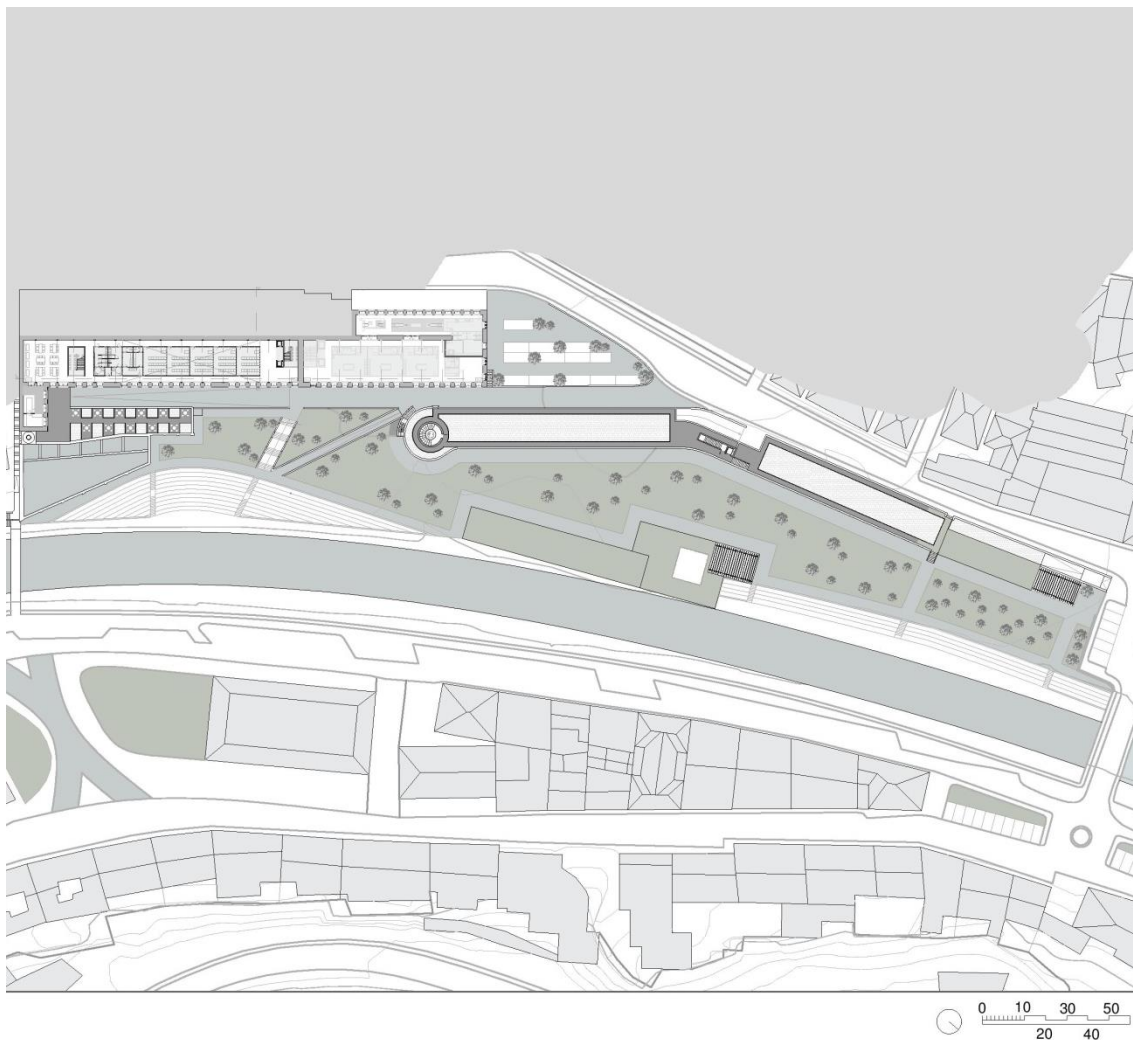
OFICINAS, PISO 1 | PARQUE DE  
ESTACIONAMENTO, PISO 0

## Regeneração das margens do rio Alenquer



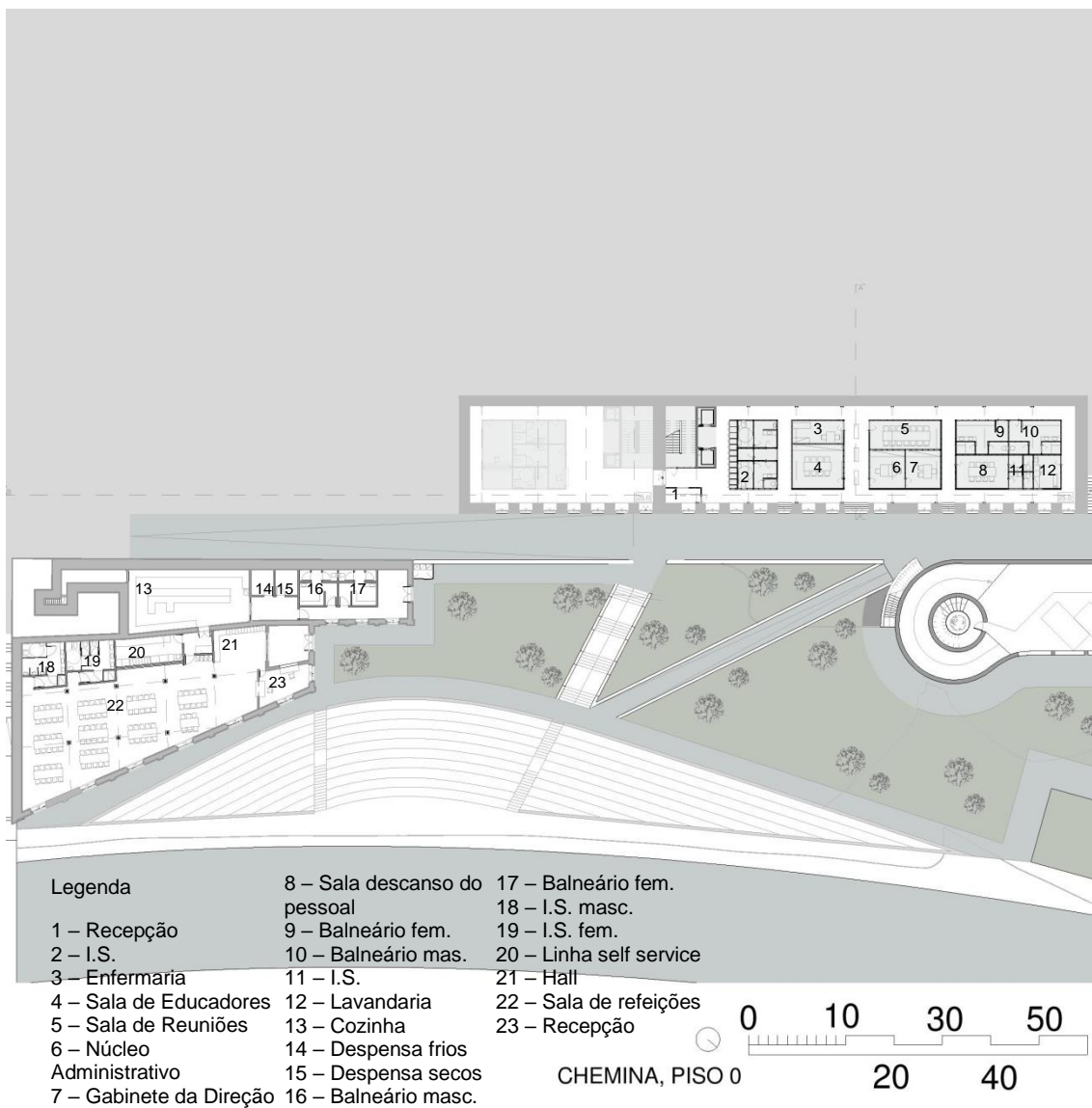
PARQUE DE ESTACIONAMENTO  
PISO 1 | CANTINA | CHEMINA  
PISO 0

# Regeneração das margens do rio Alenquer



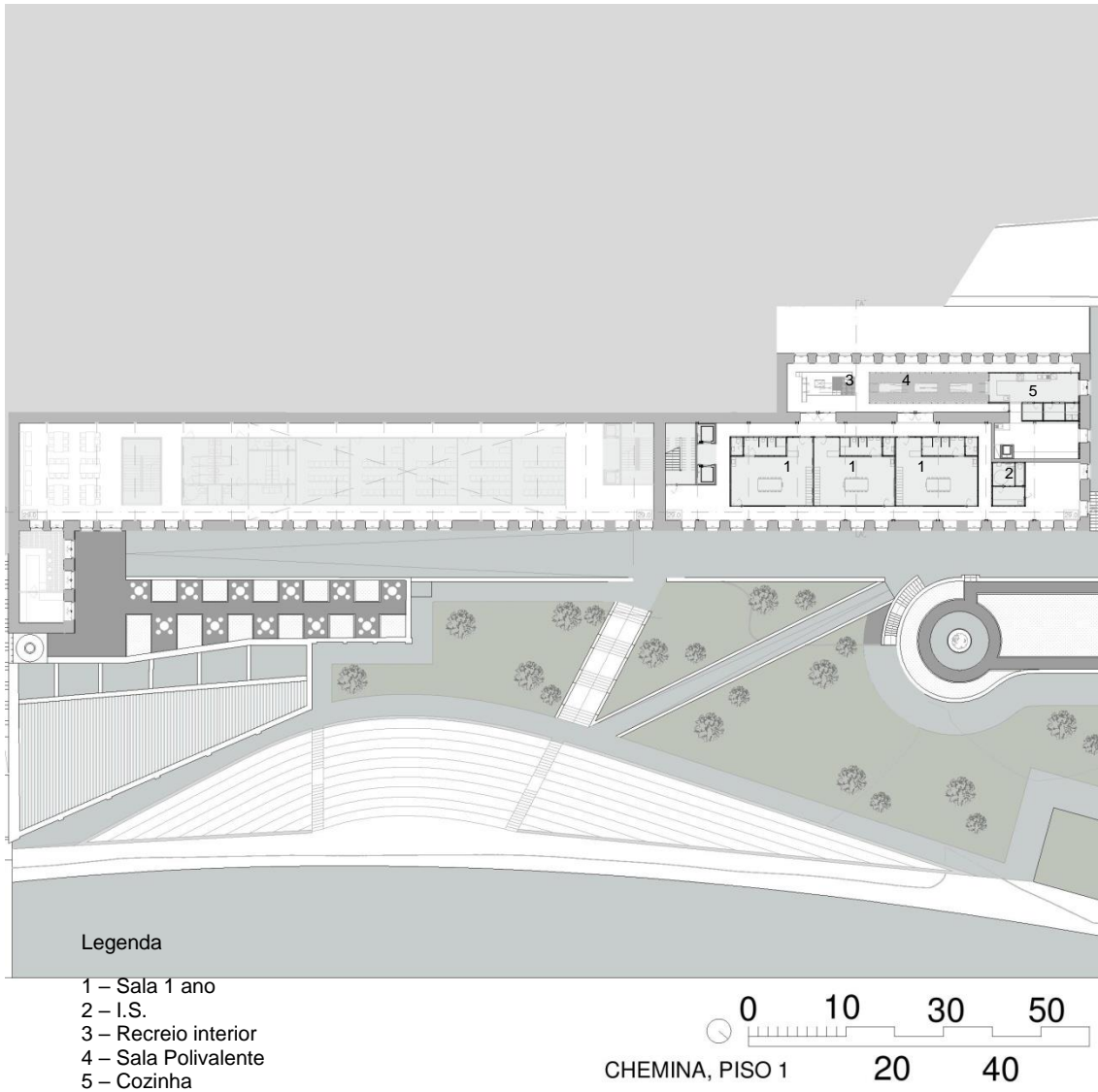
PARQUE DE ESTACIONAMENTO  
COBERTURA | CHEMINA PISO 1

## Regeneração das margens do rio Alenquer

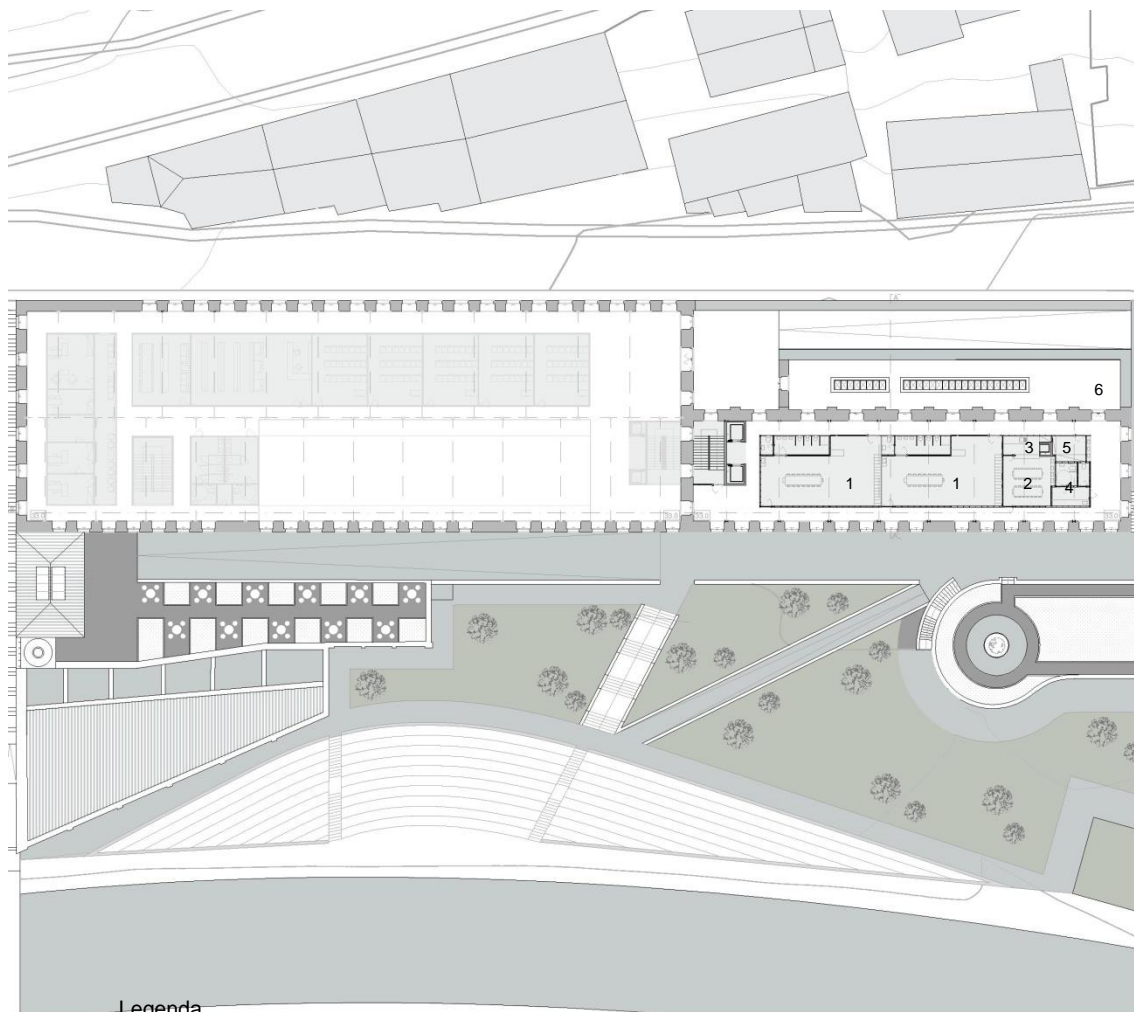




## Regeneração das margens do rio Alenquer

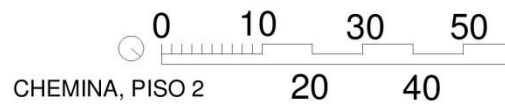


## Regeneração das margens do rio Alenquer



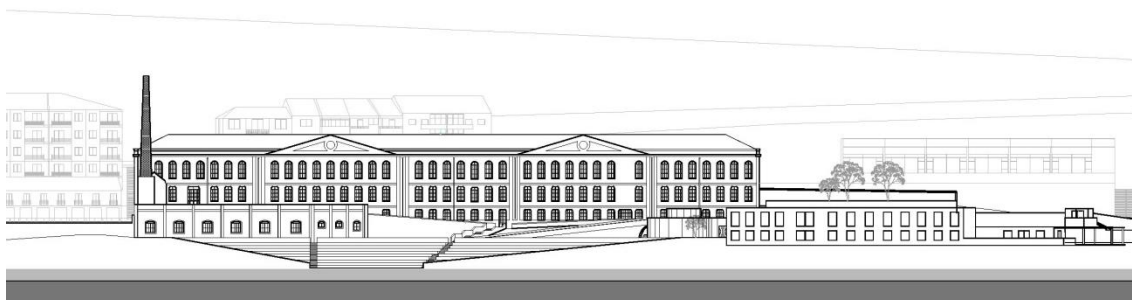
### Legenda

- 1 – Sala 2 anos
- 2 – Sala refeições
- 3 – Copa
- 4 – I.S.
- 5 – Arrumos
- 6 – Recreio exterior





# Regeneração das margens do rio Alenquer

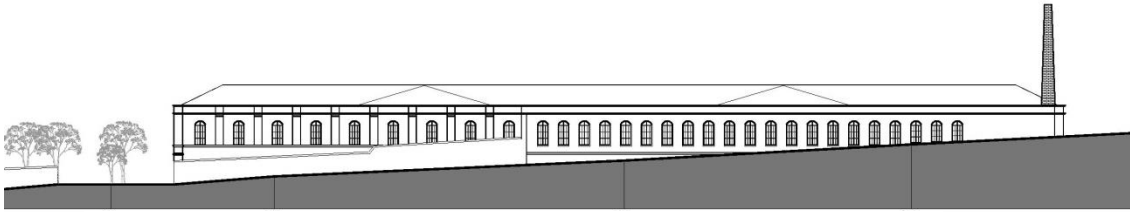


0 10 30 50  
20 40  
ALÇADO FRONTAL

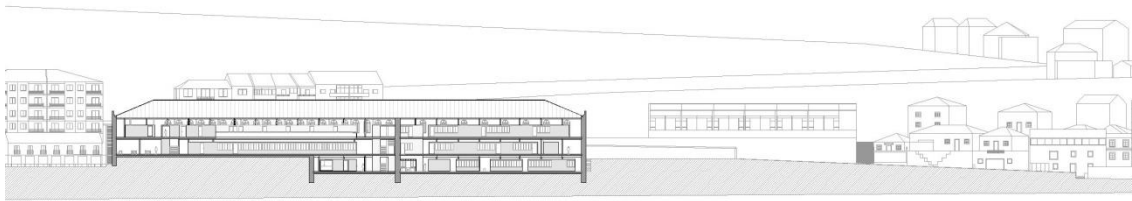


0 10 30 50  
20 40  
ALÇADO DE CONJUNTO

# Regeneração das margens do rio Alenquer



0 10 30 50  
20 40  
ALÇADO TARDOZ



0 10 30 50  
20 40  
CORTE B B'

Regeneração das margens do rio Alenquer



CORTE AA' 0 10