



Estudos de base para o Plano de Arborização de Espinho

Ana Rita Teixeira de Araújo

Mestrado em Arquitetura Paisagista

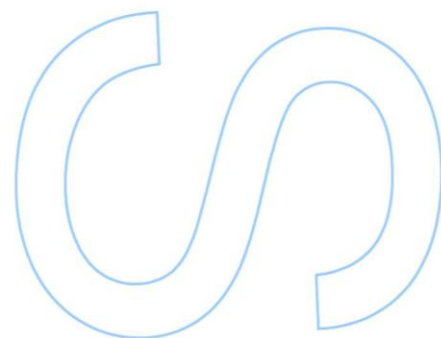
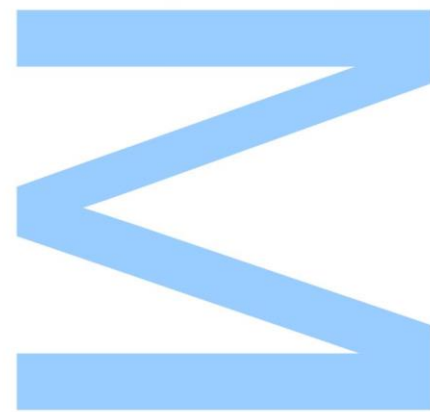
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2017

Orientador FCUP

Cláudia Patrícia Oliveira Fernandes, Arquiteta Paisagista e Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Orientador Estágio

Sandra Almeida, Arquiteta

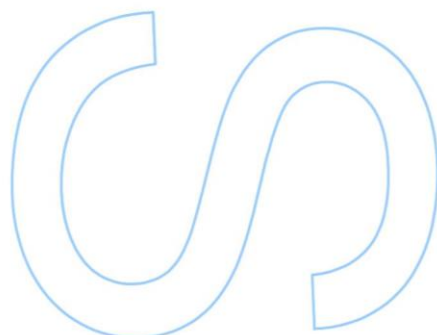
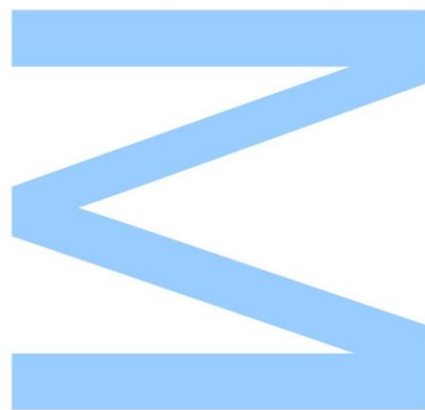




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos:

Um agradecimento à minha orientadora Arquiteta Paisagista Cláudia Fernandes, por todo o apoio prestado e por me ter criado condições para abordar o tema.

A todos os que me acolheram na Câmara Municipal de Espinho, em particular a todos dos Serviços de Planeamento Estratégico, que me acolheram num ambiente profissional, com um especial agradecimento à Arquiteta Paisagista Marlene Soares, que partilhou comigo a sua experiência e me possibilitou uma máxima inclusão neste ambiente.

À minha família, por tudo que fizeram por mim, por sempre acreditarem nas minhas capacidades e por me incentivarem sempre a ser cada vez melhor.

A todos os meus amigos e colegas de turma, que me acompanharam durante o meu percurso académico, que sempre estiveram nos bons e maus momentos e me ajudaram a continuar e a evoluir.

E, por fim, mas não menos importante, um especial obrigado à minha avó, que acredito que apesar de tudo estará sempre presente na minha vida.

Resumo

Com o aumento demográfico e desenvolvimento urbano surge cada vez mais a necessidade de se planejar cidades projetadas para o futuro. Para isso é necessário reconhecer a importância que cada infraestrutura tem para o ambiente urbano e conseguir com que estas coexistam em harmonia. Quando se procura planejar a Infraestrutura Verde urbana é necessário reconhecer quais são os seus componentes e, nesta perspetiva, o planeamento da Floresta Urbana é fundamental para o planeamento da Infraestrutura Verde. No entanto, é pouco claro como se deve proceder no planeamento da Floresta Urbana.

Em Portugal, começam a surgir os primeiros Plano de Arborização e vários municípios começam a perceber a importância da elaboração de um plano que regule a sua arborização com eficácia e que se projete para o futuro. Face à grande necessidade de se planejar o arvoredo urbano, o presente trabalho visa desenvolver as linhas orientadoras necessárias para a elaboração de um Plano de Arborização, tendo por exemplo a aplicação da metodologia proposta ao caso de estudo de Espinho.

Palavras-chave: Plano de Arborização; Floresta Urbana; Espinho; Arvoredo Urbano;
Critérios de seleção de espécies

Abstract

With the increase of the urban population and the development of the urban areas, there is an increasing need to plan cities that are designed for the future. For this, it is necessary to recognize the importance that each infrastructure has for the urban environment and how to make them coexist in harmony. When it comes to planning the Urban Green Infrastructure, it is necessary to recognize its components and, in like manner, the Urban Forest planning is fundamental for the Urban Green Infrastructure planning. However, it is unclear how the Urban Forest planning should proceed.

In Portugal, the first Arborization Plans begin to appear and several municipalities are beginning to realize the importance of the elaboration of a plan that regulates their urban trees effectively and into the future. Given the great need to plan the urban trees, the present work aims to develop the guidelines necessary for the elaboration of an Arborization Plan, exemplified by the application of the methodology proposed to the case study of Espinho.

Keywords: Afforestation Plan; Urban Forest; Espinho; Urban trees; Selection criteria for urban trees

Lista de Tabelas e Figuras

Figura 1 - Localização geográfica do concelho de Espinho na Área Metropolitana do Porto (à esquerda) e limites da área de estudo dentro dos limites administrativos do concelho de Espinho (à direita). (Fonte: Imagens de satélite - Google Earth)	10
Figura 2 - Diagrama metodológico (Fonte: elaboração própria)	12
Figura 3 - serviços de ecossistema (fonte: conteúdo - Millenium Ecosystem Assessment, 2003)	14
Figura 4 - Metodologia aplicada ao caso de estudo de Espinho (fonte: elaboração própria)	24
Figura 5 - Estrutura Verde da freguesia e Espinho (fonte: elaboração própria).....	27
Figura 6 - diagrama ilustrativo da influência do mar sobre a área de estudo (fonte: elaboração própria)	28
Figura 7 - Fracturação da leitura do espaço causada pela diversidade de pavimentos sentida na Av.24, uma avenida central da cidade. (fonte: do autor).....	29
Figura 8 - Perfis-tipo existentes das vias de Espinho. Consultar diagrama de vias em anexo (fonte: elaboração própria).....	31
Figura 9 - estudo sobre a exposição solar em Espinho através de um modelo 3D (fonte: elaboração própria)	33
Figura 10 - Diagrama de zonamento da área (fonte: elaboração própria).....	34
Figura 11 - Infografia sobre a arborização da área de estudo/freguesia de Espinho (fonte: elaboração própria; ícones de www.flaticon.com)	36
Figura 12 - Perfil tipo proposto para a rua 33 (fonte elaboração própria)	44
Figura 13 - Perfil tipo proposto para a rua 20 (fonte elaboração própria)	45
Tabela 1 - Serviços e Desserviços das árvores e da Floresta Urbana (fonte: McPhearson, Nowak & Rowntree, 1994; Soares, 2006; Subdipto et al., 2012; Castro, 2015; Mullaney et al., 2015)	16
Tabela 2 – Exemplos de Planos para a Floresta Urbana organizados por região e dimensão da área urbana	18
Tabela 3 - Condicionantes ao desenvolvimento das árvores em espaço urbano (fonte: Soares, 2006; Lufinha, 2015; TURAS, 2015).....	26
Tabela 4 - Aplicação do Método C&I ao caso de estudo de Espinho. Células com ✓ sem fundo: estado atual; Células com ✓ e com fundo azul: objetivos para o futuro plano de arborização. Descrição dos indicadores em anexo.	38
Tabela 5 - Critérios de seleção de espécies (Fonte: Soares (2005), Mota (2012), TURAS (2015)).	41

(Todas as fotografias neste trabalho são de autoria própria; Todas as imagens de satélite foram retiradas do *Google Earth*, incluindo a imagem aérea da capa)

1.	Introdução.....	9
1.1.	Problemática e enquadramento do trabalho	9
1.2.	Âmbito do trabalho	10
1.3.	Área de Estudo	10
1.4.	Objetivos do trabalho	11
1.5.	Metodologia	11
2.	Enquadramento teórico	13
2.1.	Arvoredo Urbano. Serviços, benefícios e condicionantes	13
2.2.	Planear a Floresta Urbana	16
2.2.1.	Que tipos de planos/estratégias podem existir para planear a Floresta Urbana?	17
2.2.2.	O Plano de Arborização como instrumento de planeamento	17
2.2.3.	Exemplos de Planos	17
2.3.	Avaliação da Floresta Urbana	21
3.	Plano de Arborização	22
4.	Aplicação ao Caso de Estudo de Espinho	24
4.1.	O que existe?	25
4.1.1.	Fatores que condicionam o desenvolvimento das árvores	25
4.1.1.	Estrutura Verde e Espaços Verdes	26
4.1.2.	Vento e influência marítima	27
4.1.3.	Tipologias de ruas	29
4.1.4.	Sombras e exposição solar	32
4.1.5.	Zonamento	34
4.1.6.	Inventário Arbóreo	35
4.2.	O que é que nós queremos?	37
4.2.1.	Método C&I	37
4.2.2.	Objetivos	39
4.3.	Como é que lá chegamos?	39
4.3.1.	Critérios de seleção de espécies	39
4.3.2.	Parâmetros para a arborização	41
4.3.3.	Exemplos de intervenções	42
5.	Considerações finais	46
6.	Referências	46
	Anexos	50

1. Introdução

1.1. Problemática e enquadramento do trabalho

A presença das árvores na cidade é um dos principais meios para a mitigação de alguns dos problemas ambientais relacionados com a consolidação dos aglomerados urbanos. Nessa perspetiva, muitos municípios têm vindo a implementar planos de arborização ou outras estratégias para o planeamento e gestão da Floresta Urbana nos seus territórios urbanos que podem ajudar a mitigar o aumento da temperatura das cidades ou a poluição do ar. No entanto, muitas destas estratégias tendem a falhar na utilização de métodos de quantificação e monitorização dos serviços de ecossistemas, resultando no planeamento inadequado da Floresta Urbana (Bodnaruk et al., 2016). Posto isto, os planos e estratégias mais recentemente adotados pelos municípios têm em vista a aumentar a sustentabilidade urbana, mitigando os impactos ambientais negativos causados pela urbanização, através dos serviços de ecossistema prestados pelas árvores e pelos espaços verdes em contexto urbano (Pataki et al., 2011).

Desde sempre a árvore tem integrado o ambiente urbano e é inegável que o Homem se tem feito acompanhar desta na sua vida urbana, desde as árvores junto a templos e igrejas, repletas de significado religioso, até às árvores de enquadramento dos novos edifícios (Miller, 1988). Com a crescente densificação dos aglomerados urbanos e aumento da população urbana há uma tendência em reduzir cada vez mais o espaço público e o espaço permeável, transformando assim as cidades em lugares cada vez mais austeros. Este facto não se deve apenas ao rápido aumento demográfico nas cidades sem o planeamento urbano adequado, mas também à falta de relevância que as pessoas dão às árvores e aos espaços verdes. Muitas vezes, o arvoredo urbano é considerado apenas um elemento causador de problemas para o quotidiano, como o aumento de detritos no espaço público ou a falta de segurança, e menospreza-se o papel que desempenha no aumento da qualidade de vida e do bem-estar geral da população. A árvore urbana desempenha uma função ecológica e cultural de extrema importância na cidade, pelo que é importante pensar e planear o arvoredo urbano com eficácia.

Posto isto, como se pode planear o arvoredo urbano? Apesar de tudo, nas cidades contemporâneas surge cada vez mais a vontade e necessidade de se valorizar o espaço público, o que leva os municípios a criar equipas de manutenção que cuidam diariamente dos espaços. No entanto, o espaço público muitas vezes não é pensado de uma forma integrada no panorama urbano e para a realidade local, surgindo diversos problemas associados com o estrato vegetal como a inadaptabilidade das espécies ao local, a deterioração das estruturas construídas, manutenção intensa, mortalidade dos exemplares arbóreos, entre outros. Muitas vezes estes problemas surgem devido à falta de sensibilidade para lidar com estes organismos vivos, que se manifesta em regimes de poda severos e falta de conhecimento do aspeto natural das árvores. Por isso, planear o arvoredo urbano não deve passar só pela plantação de novas árvores, mas também pela avaliação do estado atual do património arbóreo, das estratégias e ações de gestão e manutenção deste e dos espaços verdes, dos recursos existentes e das condicionantes biofísicas e antropogénicas encontradas em meio urbano, sendo esta a única solução para planear o futuro com eficácia.

1.2. Âmbito do trabalho

O presente trabalho insere-se no âmbito do estágio curricular que decorreu na Câmara Municipal de Espinho, nos Serviços de Planeamento Estratégico.

O principal trabalho do estágio é o desenvolvimento de um estudo preparatório para o Plano de Arborização de Espinho, de onde resultou todo o trabalho aqui a apresentado relativo à arborização urbana.

1.3. Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho localiza-se no concelho de Espinho e corresponde sensivelmente à freguesia de Espinho. O concelho pertence à Área Metropolitana do Porto (AMP) e está situado na orla Atlântica, aproximadamente a 50km a norte de Aveiro e a 20km a sul do Porto. Com uma área de 21 108 km² é constituído pelas freguesias de Espinho, União de Freguesias de Anta e Guetim, Silvalde e Paramos, onde se distribuem 31 786 habitantes (INE, 2011).

Este concelho caracteriza-se especialmente pela sua relação com o mar, na medida em que se estima que os primeiros povoamentos humanos tenham surgido junto à praia. Espinho é uma área bastante suscetível aos avanços do mar e bastante propensa aos efeitos da erosão (Pires, Vinagre, Gomes & Chaminé, 2007, como referido em Soares de Carvalho, 1995) e que se comprova por estar localizada numa zona de inflexão da costa. Desta forma, Espinho é fortemente marcado pelo mar, influenciando o modo de vida da população e o próprio desenvolvimento da cidade.



Figura 1 - Localização geográfica do concelho de Espinho na Área Metropolitana do Porto (à esquerda) e limites da área de estudo dentro dos limites administrativos do concelho de Espinho (à direita). (Fonte: Imagens de satélite - Google Earth)

A área de estudo compreende a freguesia de Espinho, que corresponde à área mais densamente urbanizada do concelho, e a alguns eixos viários principais que extravasam o limite da freguesia. Esta é uma área de diferentes realidades na medida em que, dependendo do local se sente em maior ou menor escala a influência marítima e de uma série de outros fatores.

1.4. Objetivos do trabalho

Tendo em conta a problemática apresentada, pretende-se com este trabalho:

- Estudo e análise da situação existente da arborização da cidade de Espinho;
- Iniciar o levantamento arbóreo, identificando através do trabalho de campo as espécies vegetais usadas em arruamento e o seu estado fitossanitário;
- Propor uma estrutura para uma base de dados para o Inventário Arbóreo da Cidade de Espinho;
- Propor estratégias para a aplicação do Plano, definindo prioridades de intervenção, objetivos e medidas de ação;
- Definir critérios de seleção de espécies para arborização urbana para o caso de Estudo de Espinho;
- Identificar algumas espécies que devem ser consideradas para a freguesia de Espinho, de forma a estabelecer uma lista de espécies sugeridas a utilizar em novas intervenções;
- Apresentar propostas de intervenção para alguns arruamentos principais da cidade e outros relevantes.

1.5. Metodologia

A metodologia desenvolvida no âmbito do presente trabalho teve como objetivo a elaboração de uma metodologia para a elaboração de Planos de Arborização. Na revisão de literatura sobre Planos de Arborização e outras soluções para o planeamento da Floresta Urbana, deparei-me com a falta de informação sistematizada acerca deste tipo de Planos em Portugal. De facto, começa a surgir a necessidade de se planear o arvoredo urbano e corrigir muitos problemas relativos ao mesmo nas cidades portuguesas, por isso, os municípios começam a apresentar intenção de elaborar planos para o Planeamento do Arvoredo Urbano. No entanto, não existe qualquer tipo de indicação ou regulamentação que possa orientar a formulação de Planos de Arborização.

Deste modo, a metodologia de trabalho desenvolvida ilustra o caminho tomado para a elaboração de Planos de Arborização e a sua aplicação prática ao caso de estudo de Espinho, onde, de momento, se procura elaborar um Plano de Arborização.

Num primeiro momento procurou-se recolher dados que possam de alguma forma informar este tipo de plano municipal. Assim, julgou-se necessário recolher dados acerca dos planos municipais em vigor, como o PDM, quais as estratégias para o município, que informação e regulamentação existe sobre o espaço público e qual a informação disponível sobre o arvoredo municipal e espaços de manutenção intensiva pela Câmara. Esta etapa passou por uma revisão de literatura que se concentrou em Planos de Arborização e Estratégias semelhantes para o Arvoredo Urbano e Floresta Urbana, Planos Municipais, Arvoredo Urbano, Floresta Urbana e Árvores de arruamento.

1. METODOLOGIA PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DE ARBORIZAÇÃO

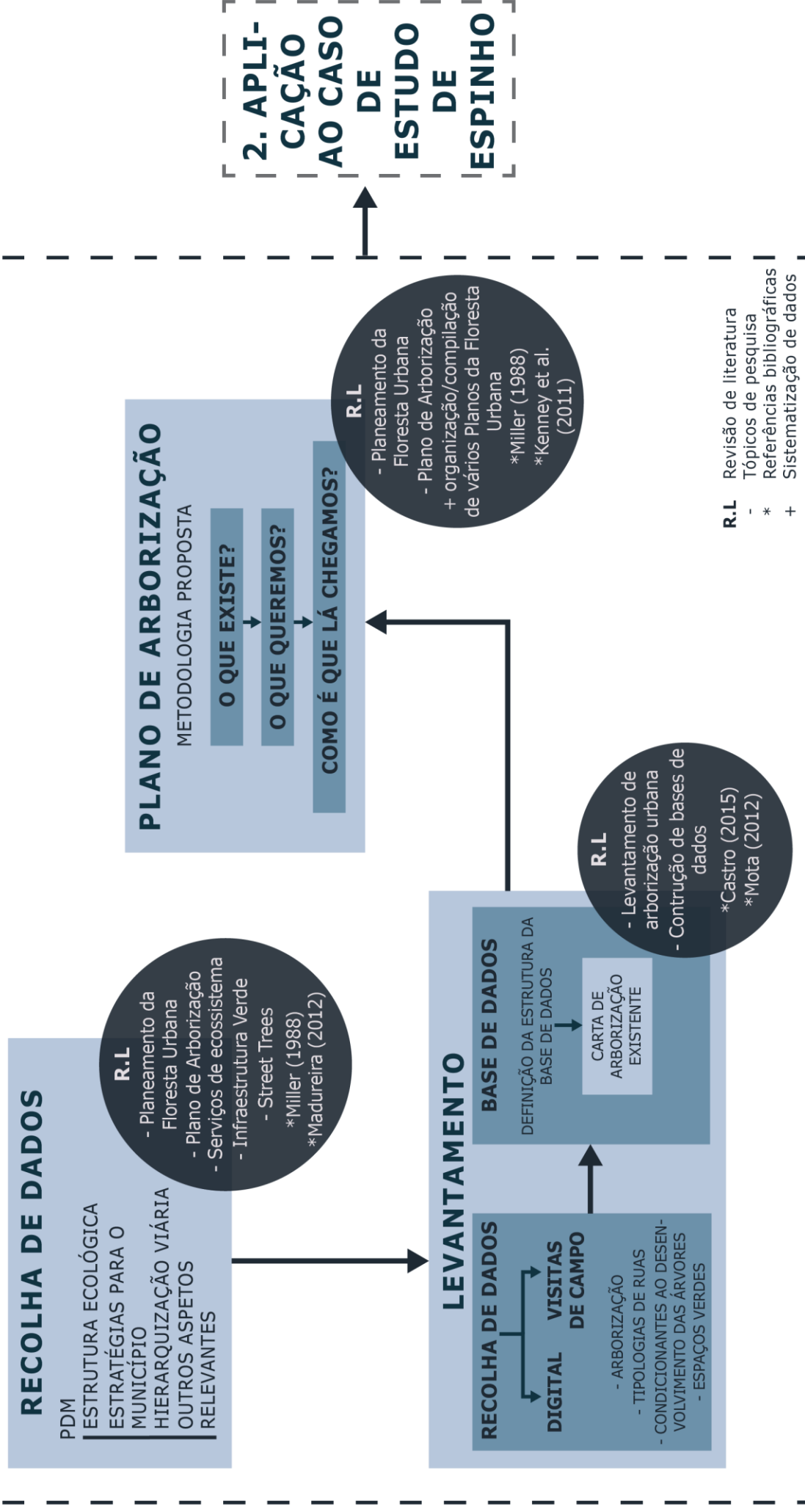


Figura 2 - Diagrama metodológico (Fonte: elaboração própria)

Perante a inexistência de informação disponível e sistematizada sobre alguns elementos essenciais para a elaboração do Plano de Arborização, surge uma segunda etapa de levantamento, onde se procurou recolher dados com vista a construção de uma base de dados do arvoredo urbano. Neste processo de levantamento de informação recorreu-se a métodos digitais e de campo, focados no arvoredo urbano e nos fatores que condicionam o desenvolvimento da árvore em contexto urbano. De seguida, procurou-se sistematizar uma base de dados, onde se deverá introduzir a informação recolhida, para elaborar uma Carta de Arborização Existente. Estas duas etapas basearam-se numa revisão de literatura centrada em métodos de levantamento e construção de base de dados.

Numa terceira etapa procurou-se propor uma estrutura possível para Planos de Arborização, tendo por base uma revisão de literatura mais aprofundada sobre Planos de Arborização e outros Planos de Gestão da Floresta Urbana e indicações para o planeamento da mesma. Para isso foi sistematizada a informação sobre diferentes Planos.

2. Enquadramento teórico

2.1. Arvoredo Urbano. Serviços, benefícios e condicionantes

Ao longo da evolução urbana pode-se constatar que a árvore tem marcado a sua presença. Desde os primeiros aglomerados direcionados para a agricultura até aos dias de hoje, a árvore surge sempre associada às comunidades humanas como elemento prestador de serviços, sejam estes o ensombramento ou a provisão de frutos, mas também como elemento repleto de simbolismo. Contudo, a árvore em contexto de arruamento surge apenas no século XVIII na Europa com os grandes boulevards e promenades francesas, o que levou ao surgimento de plantações de árvores em alinhamento nas vias por toda a Europa Ocidental. A evolução e proliferação desta tipologia de espaço verde sofreu algumas oscilações, pois nem sempre foi visto como um elemento caracterizador e fundamental na construção das ruas.

Nas últimas décadas tem se verificado uma maior procura para incluir a árvore nos arruamentos urbanos, valorizando-se assim o espaço público citadino. No entanto, esta crescente procura em arborizar os eixos viários urbanos culminou no excesso de plantação, na medida em que se começou a arborizar ruas que não foram planeadas para comportar o estrato arbóreo, utilizando espécies inadequadas para as condições existentes. Deste modo, a arborização ao atingir o seu porte adulto começou a exceder os limites impostos para o seu desenvolvimento e começou a danificar as infraestruturas contíguas, como passeios, pavimentos, fachadas de edifícios, postes de iluminação e sinalização viária. Numa tentativa de solucionar os problemas causados pela arborização, e transpondo as práticas de poda aplicadas na agricultura e viticultura, os municípios iniciaram programas de poda severos com o objetivo de ‘domar’ a árvore, contrariando o seu crescimento, transformando a poda numa prática cultural. Esta ação só resultou na destruição total do aspeto natural, na debilitação das árvores e criação de portas de entrada para agentes patogénicos. Nestas condições qualquer serviço estético ou ambiental que as árvores possam providenciar são completamente eliminados.

Serviços e benefícios

Atualmente mais de metade da população mundial habita em cidades (UN 2014). À medida que os aglomerados urbanos crescem e se densificam também cresce a necessidade de planejar cidades sustentáveis. Uma forma que os municípios encontraram de transformar as suas cidades em ambientes inclusivos, saudáveis, seguros e resilientes foi investir num futuro 'verde', onde se planeia o ambiente urbano tendo em conta as diferentes infraestruturas que compõem a cidade – infraestrutura verde e infraestrutura cinzenta – e se procura extrair o máximo de serviços para mitigar os problemas causados pela urbanização, como a poluição urbana e o efeito de 'ilha-de-calor' (McPherson et al., 1998; Maes et al., 2013). Assim, o conceito de 'serviços de ecossistema' representa uma forma de explicitar e quantificar alguns objetivos para o planeamento urbano, sejam estes ambientais, sociais, económicos ou culturais.

Os serviços de ecossistema caracterizam-se por serem todos os benefícios que a população humana obtém, direta ou indiretamente, do ecossistema, isto é, o processo pelo qual o ambiente produz recursos que são utilizados pelo Homem (Millenium Ecosystem Assessement, 2003). Assim sendo, é necessário compreender o valor que a natureza, principalmente em contexto urbano, pode ter para a sociedade. No entanto, os serviços facultados não são de fácil quantificação.

Segundo o Millenium Ecosystem Assessment é possível categorizar os serviços de ecossistema em quatro grandes grupos: provisionamento, regulação, culturais e suporte. Sendo que os serviços de provisionamento são todos os que fornecem produtos como energia, alimento, água, etc; os de regulação incluem todos os benefícios obtidos na regulação dos processos de ecossistema como a qualidade do ar, a regulação bioclimática ou controlo da erosão do solo; e os culturais são todos os benefícios não materiais como a diversidade cultural, valor espiritual e religioso, educação, recreação, etc. Todos estes serviços caracterizam-se por serem de aplicação direta, ou seja, são de quantificação e utilização direta, apesar de uns serem mais



Figura 3 - serviços de ecossistema (fonte: conteúdo - Millenium Ecosystem Assessment, 2003)

facilmente quantificados que outros. Contudo, para tudo isto funcionar existem os serviços de suporte, necessários para a produção de todos os outros serviços.

Os serviços de ecossistema podem ser produzidos em diferentes tipos de espaços verdes, desde as áreas florestais e agrícolas em áreas rurais ou periurbanas até aos parques e jardins dentro da cidade. Posto isto, os serviços que podemos retirar dependem de alguns fatores como localização, área, composição, estrutura e continuidade (Windhager, 2010). Com a densificação dos aglomerados urbanos verifica-se dentro do espaço urbano o aumento das estruturas construídas e impermeáveis, fonte de stress para os ecossistemas urbanos. Os espaços verdes e a estrutura verde surgem como um contraponto destes elementos, providenciando uma série de serviços. Assim, a árvore urbana, seja em parques, jardins ou de arruamento cria dinâmicas espaciais dentro do ecossistema urbano, na medida em que ‘quebra’ a leitura dos espaços impermeáveis e providencia diversos serviços de extrema importância para a sustentabilidade urbana.

Condicionantes

Nos últimos 30 anos tem-se vindo a verificar uma mudança na principal função das árvores de arruamento, que deixaram de servir apenas pela sua função estética e começou-se a pensar noutros serviços que estas podem prestar às comunidades humanas (Mullaney et al., 2015). Contudo, grande parte das árvores de arruamento nunca conseguem desempenhar a função para as quais foram plantadas devido às restrições de crescimento impostas pela paisagem urbana, que condicionam o desenvolvimento do raizame e o fornecimento de água e nutrientes à planta.

	Serviços/Benefícios	Desserviços/Inconvenientes
Ecológico	Impacte no clima urbano através da regulação bioclimática e diminuição da temperatura	Produção de pólen
	Redução da poluição atmosférica e sonora	Redução da passagem da luz, criando sombra indesejada
	Controlo da reflexão da luz e luminosidade	Aumento da produção de resíduos
	Controlo da erosão do solo e redução do escoamento superficial	Problemas nos sistemas de drenagem de águas pluviais
	Prevenção de cheias	Proliferação de pragas e doenças
	Aumento da biodiversidade, providenciando comida, abrigo e conectividade para a fauna	
	Fixação de carbono atmosférico e produção de oxigénio	
	Filtragem do ar e remoção de poluentes e substâncias voláteis	
Social	Melhoria da Envolvente da Habitação e do local de trabalho	Insegurança à noite, provocada pela falta de visibilidade
	Impacte no bem-estar da população	Exsudações podem danificar carros

	Criação de oportunidades de recreio e lazer ao ar livre e encorajamento da atividade física	Alergias provocadas pelo pólen
	Contacto com a natureza	
	Redução de stress	
	Coesão social	
	Criação de barreiras entre o tráfego automóvel e pedonal	
	Aumento da segurança e redução da taxa de criminalidade	
Estético	Valorização do Edificado	Escuridão
	Enquadramento de vistas	Obstrução da paisagem
	Conferem identidade ao local	
	Diversidade sazonal	
Económico	Aumento do Valor da propriedade	Custos relacionados com a manutenção
	Valorização da atividade turística	Custos relacionados com danos a infraestruturas
	Redução do consumo energético dos edifícios	

Tabela 1 - Serviços e Desserviços das árvores e da Floresta Urbana (fonte: McPhearson, Nowak & Rowntree, 1994; Soares, 2006; Subdipto et al., 2012; Castro, 2015; Mullaney et al., 2015)

2.2. Planear a Floresta Urbana

No contexto do planeamento do arvoredo urbano e na sistematização dos serviços de ecossistema por este prestados surge o conceito de ‘Floresta Urbana’, como uma componente essencial do ecossistema urbano. Segundo Miller (1988) Floresta Urbana define-se como a soma de toda a vegetação dentro e em torno de aglomerados urbanos consolidados, desde pequenas comunidades em contexto rural às áreas metropolitanas. Esta vegetação inclui todas as árvores de arruamento, em contexto residencial, em parques e toda a vegetação pertencente a corredores verdes e à estrutura verde urbana. Posto isto, a Floresta Urbana está presente no interior e em redor das nossas cidades, em todos os espaços verdes urbanos. Mais recentemente em “Guidelines of urban and peri-urban forestry” publicado pela FAO (2016), Floresta Urbana pode ser definida como uma rede ou sistema que compreende todos os bosques, grupos de árvores e árvores isoladas em espaço urbano e periurbano, incluindo áreas florestais, árvores de arruamento, árvores em parques e jardins ou até em espaços de enquadramento. Desta forma, a Floresta Urbana é considerada como uma componente essencial e indissociável da infraestrutura verde urbana que atua de forma a conectar os diferentes espaços verdes urbanos.

Na perspetiva de um desenvolvimento urbano sustentável é importante reconhecer a importância de planear a cidade articulando entre si as diferentes infraestruturas que compõem o ecossistema urbano. Com a introdução do conceito de ‘Floresta Urbana’ como elemento fundamental da Infraestrutura Verde, o planeamento da Floresta Urbana surge como um instrumento fundamental para o planeamento da Infraestrutura Verde. Em

suma, as Florestas Urbanas são elementos fundamentais do espaço público, que providenciam serviços para a população, pelo que contribuem para o carácter do lugar e para a criação de bons espaços públicos.

2.2.1. Que tipos de planos/estratégias podem existir para planejar a Floresta Urbana?

Existem várias formas para planejar e gerir a floresta urbana, que diferem de cidade para cidade ou até de país para país. Em algumas cidades, como Ljubljana, Vancouver ou Seattle existe há vários anos a preocupação de implementar estratégias para o planeamento e gestão da floresta urbana (FAO, 2016). No entanto, a floresta urbana ainda não é uma preocupação global, sobretudo pela inexistência de um panorama legal específico.

Para planejar a Floresta Urbana com eficácia deve-se ter em atenção ao facto de ser um processo contínuo que se desenvolve ao longo do tempo, e nunca de uma forma uniforme. Por isso, este processo envolve três partes que se interligam entre si – o planeamento, a gestão e a manutenção – e são indissociáveis. Planejar a floresta urbana não deve acabar na manutenção do património arbóreo. As cidades estão continuamente em mudança e, como tal, todos os seus componentes devem adaptar-se, pelo que o processo de planeamento da floresta urbana deve comportar a mudança. Nessa perspetiva muitos municípios implementam Programas Estratégicos ou Programas de Gestão da Floresta Urbana, que permitem comportar a gestão e monitorização do património arbóreo existente, a plantação de novas áreas e o envolvimento da comunidade.

Em muitas cidades portuguesas a árvore em ambiente urbano surgiu há muito pouco tempo, pelo que existe uma maior necessidade de recorrer a Planos de Arborização, onde se faz o desenho da plantação e se escolhe o material vegetal.

2.2.2. O Plano de Arborização como instrumento de planeamento

O Plano de Arborização surge como um instrumento válido para o planeamento da Floresta Urbana, sendo que tem como principal ferramenta de trabalho o arvoredo urbano. Este plano tem como principal objetivo estruturar o arvoredo urbano de forma a desempenhar melhor os serviços pretendidos, sejam estes culturais, ambientais ou estéticos, definindo regras para a seleção de espécies, sua plantação e seleção de material vegetal.

À semelhança de outros planos, o plano de arborização compreende fases de análise e diagnóstico da situação existente, definição de estratégias e proposta. É importante realizar inventários arbóreos que permitam aferir qual o estado da arborização existente e quais as necessidades de intervenção.

2.2.3. Exemplos de Planos

De forma a conhecer melhor os diferentes planos para a Floresta Urbana optou-se por sistematizar a informação nos seguintes critérios: região, cidade, dimensão, população, nome do plano, duração, objetivos/visão, indicadores e estrutura do plano. Pretende-se com estes critérios entender a diversidade de planos, como estes se orientam e quais os seus objetivos.

Região	Dimensão	População	Cidade	ID Plano	Duração	Objetivos/Visão	Indicadores	Estrutura
América do Norte	1302km²	3 976 322	Los Angeles, EUA	Million Trees L.A.	(sem dados)	aumentar a cobertura da canópia; ressalvar a importância económica, ambiental e social da floresta urbana	(sem dados)	(sem dados)
América do Norte	781,1 km²	8 175 133	New York, EUA	Million Trees New York City	10 anos	aumentar a cobertura da canópia nativa; promover a saúde ambiental; melhorar a qualidade do ar, água, vida e espaço público.	plantar árvores até chegar às 1 000 000 árvores, 70% das quais em parques e outros espaços públicos, como plantar 220 000 árvores de arruamento; parcerias com outros organismos para cumprir os objetivos	Collaborative and networked Governance; MillionTrees NYC Research and Evaluation Subcommittee; Tree Planting; Stewardship; Education, Marketing, Awareness
América do Norte	369,2km²	608 660	Seattle, EUA	Urban Forest Stewardship Plan	30 anos	<u>"A city among the trees"</u> aumentar a cobertura da canópia em 30% até 2037, atendendo aos serviços prestados pelo arvoredo urbano; criação de uma ética de planeamento responsável e que envolvem a comunidade e a câmara	melhorar a manutenção do arvoredo municipal; aumentar as ações de plantação; melhorar a comunicação interna em relação a problemática relativa ao arvoredo urbano;	Plano dividido em 5 planos de implementação e planos de ação anuais. Planos de implementação - com horizonte de 5 anos e fazem a monitorização do desempenho do plano; Planos anuais - listam todas as medidas e atividades tomadas no ano. <u>O Plano:</u> 1- Sustentabilidade da Floresta Urbana; 2- Situação atual da Floresta Urbana de Seattle; 3- Objetivos e ações recomendadas; 4- Objetivos e ações por unidades de gestão; 5- Implementação do plano: primeiras ações
América do Norte	114,97km²	631 486	Vancouver, Canadá	Urban Forest Strategy	10 anos	"Protect, Plan and Manage" desenvolver a Floresta Urbana de forma saudável e resiliente para as gerações futuras; combater o declínio da cobertura da canópia	plantar 150 000 árvore até 2020	1-Estado atual da Floresta Urbana; 2- O que podemos fazer? Protect, Plant and Manage; 3-Next steps

Região	Dimensão	População	Cidade	ID Plano	Duração	Objetivos/Visão	Indicadores	Estrutura
América do Norte	64,25 km²	81 032	Peterborough, Canadá	Urban Forest Strategic Plan for the City of Peterborough	sem limite definido	manter e melhorar de forma sustentável a floresta urbana; maximizar os benefícios da floresta urbana; gerir a floresta urbana como um elemento fundamental da infraestrutura verde; identificar árvores significativas para a floresta urbana	implementar planos de manutenção para o arvoredo em áreas naturais e florestais; limitar percentagem de géneros e espécies para aumentar a biodiversidade; criar corredores arbóreos para conectar zonas naturais; aumentar a cobertura de canópia como forma de melhorar os benefícios ecológicos em espaços abertos; monitorizar os benefícios da Floresta Urbana através de modelos como Urban Forest Effects Model (UFORE); remover 52 toneladas de CO2	Orientado para ações específicas; Existe uma Visão que deve ser alcançada consoante 8 objetivos estratégicos, sendo que cada um tem uma lista de ações/recomendações específicas.
América do Sul	160,7 km²	1 481 019	Porto Alegre, Brasil	Plano Diretor de Arborização Urbana	(sem dados)	aumento da arborização de vias públicas; definir métodos e medidas de preservação, manutenção e expansão da árvore na cidade	plantar 300 000 árvores em vias públicas	História; Diretrizes; Da Participação da População no Trato da Arborização; Instrumentação do Plano;
Europa (Sul)	1285 km²	2 546 804	Roma, Itália	Forestation Plan for the Municipality of Rome	(sem dados)	aumentar a cobertura de canópia arbórea da área metropolitana; promover a conectividade ecológica; redução das emissões de gases com efeito de estufa; mitigação da poluição atmosférica e acústica	(sem dados)	(sem dados)
Europa (Sul)	101,4 km²	1 608 746	Barcelona, Espanha	Plan Director del arbolado de Barcelona	20 anos (2017-2037)	<u>"Árboles para vivir"</u> garantir que a estrutura abórea contribua para a consolidação da infraestrutura verde, obtendo o máximo de serviços de ecossistema; conseguir uma boa relação entre os cidadãos e as árvores, maximizando o valor da arborização para a sociedade; garantir que 40% das espécies arbóreas sejam adaptadas às mudanças climáticas; garantir que nenhuma espécie arbórea represente mais do que 15% de todo o conjunto arbóreo; implementar medidas dentro das escolas com vista o aumento do conhecimento sobre as árvores.	Aumentar o conhecimento sobre as árvores e seus valores e serviços; difundir os serviços e desserviços das árvores entre todos; Planear o arvoredo como uma infraestrutura verde mais potente, conectada e que confere mais serviços; garantir solo de melhor qualidade às árvores; podar o mínimo necessário para garantir a segurança às pessoas e para o desenvolvimento da árvore.	1 - Cenário de partida; 2 - Plano de Ação: Estratégias e Propostas

Região	Dimensão	População	Cidade	ID Plano	Duração	Objetivos/Visão	Indicadores	Estrutura
Europa (Sul)	97,40 km²	209 869	Cascais, Portugal	Plano de Arborização de Vias	(sem dados)	conectar os centros urbanos e rurais do concelho através da arborização, de forma integrada na paisagem, promovendo a qualidade de vida; conectar espaços verdes e reforço da Infraestrutura Verde Urbana, promovendo a biodiversidade e reduzindo o efeito de ‘ilha de calor’	criação de uma rede arbórea e/ou arbustiva a formalizar de acordo com tipologias definidas, conforme a dimensão das vias, enquadramento na paisagem e sistema de vistas; levantamento das principais vias de comunicação e elementos arbóreos existentes no espaço público; escolha de espécies arbóreas e arbustivas autóctones adaptadas às características edafo-climáticas do local	Fase 1 - Estudo preliminar; Fase 2 - Proposta final do Plano de Arborização de vias; Fase 3 - Transposição do Plano de Arborização para Projeto de Execução
Europa (Sul)	45,88 km²	173 149	Oeiras, Portugal	Plano Estratégico de Arborização	(sem dados)	"Oeiras Cidade Verde" Com o conceito “uma Árvore, um Cidadão”, pretende salvaguardar os valores do património arbóreo, inventariando, recuperando e preservando os espécimes existentes e plantando novos; aumentar a massa verde do concelho	plantar novos exemplares até perfazer 100 000 árvores, uma por cidadão, até 2017	(sem dados)
Europa (Sul)	23,79 km²	175 136	Amadora, Portugal	Plano Estratégico de Arborização do Município da Amadora	(sem dados)	Reforço da qualidade de vida da população; aumentar o número de árvores e espaços verdes	plantar, até 2020, 50 000 árvores; consolidação de 116ha de espaços verdes, incluindo parques urbanos e parques infantis	(sem dados)

Tabela 2 – Exemplos de Planos para a Floresta Urbana organizados por região e dimensão da área urbana (fonte: City of Peterborough (2011); City of Seattle (2012); Carlisle et al. (2014); San Francisco (2014); CMC (2015); TURAS (2015); FAO (2016); d'Ecologia et al. (2017);

Na pesquisa por diferentes planos para a Floresta Urbana tornou-se clara a semelhança regional. Grande parte dos planos analisados situam-se na América do Norte, onde existe transparência da informação acerca do arvoredo urbano. Entretanto em Portugal uma maior dificuldade em aceder a essa informação. Quando se pretende planejar a Floresta Urbana é essencial que toda a informação sobre o património arbóreo municipal seja transparente para todos. O que caracteriza os planos americanos é o facto dos mesmos implicarem o máximo de envolvimento da população. Enquanto que os Planos de Arborização existentes e que se obteve informação são mais focados nas ações de plantação e no cumprimento dos objetivos propostos, como o aumento de canópia. Isto não quer dizer que estejam de alguma forma incorretos, mas para planejar a Floresta Urbana é necessário interagir ao máximo com a população e maximizar a relação entre o Município e o cidadão.

2.3. Avaliação da Floresta Urbana

Mas como podemos avaliar a situação atual da floresta urbana? Será que as estratégias implementadas para gerir a floresta urbana serão as mais adequadas? Como podemos avaliar o seu estado e desenvolvimento?

Como já foi referido anteriormente, as árvores são elementos essenciais para as comunidades urbanas, atendendo aos benefícios que oferecem, e fazem parte de um grupo maior denominado Floresta Urbana, que deve ser devidamente planeado se pretendemos retirar o máximo de serviços sem criar conflitos entre as diferentes infraestruturas. Assim, muitos municípios procuram planejar a sua floresta urbana, definindo objetivos e metas a atingir que vão de encontro às estratégias municipais. Muitas vezes os municípios concentram-se no aumento do número de árvores, como os vários projetos tipo ‘Million Trees’, e no aumento da cobertura da canópia, que surgem das estratégias ambientais que se tentam implementar com vista ao desenvolvimento sustentável. No entanto estas estratégias podem não funcionar e adaptar-se a diferentes realidades, pelo que tendem a falhar na exequibilidade da sua implementação e podem criar mais problemas do que benefícios.

Avaliar a Floresta Urbana e definir estratégias para o seu planeamento ainda é um desafio para os municípios que procuram pensar o seu arvoredo urbano. Nessa perspetiva existem alguns métodos para avaliar o desempenho da Floresta Urbana e dos planos e estratégias municipais em vigor, sendo que a International Society of Arboriculture (2001) recomenda usar alguns métodos como:

- Levantamento por amostragem – em casos que é demasiado moroso o processo de levantamento da situação existente pode-se recorrer a um levantamento por amostragem, onde apenas se analisam com detalhe algumas áreas e, por extrapolação, se deduz os resultados para toda a população;
- Ortofotomapas, imagens de satélite e outros levantamentos fotográficos – recorrendo a imagem de satélite é possível avaliar o desempenho da cobertura da canópia;
- Levantamento de campo – em certas situações apenas visitando o local se pode recolher alguns dados essenciais para a inventariação do arvoredo urbano;
- Inquéritos – visto que as pessoas são parte integrante do ecossistema urbano, o recurso a inquéritos permite fazer uma avaliação da opinião pública acerca da arborização urbana.

Os métodos utilizados para analisar a floresta urbana podem diferir mediante a informação que se pretende obter, sendo que não é desejável recolher mais informação do que aquela que deverá ser relevante para desenvolver a estratégia municipal para a floresta urbana. Ainda assim, é pouco claro que informação poderá ser relevante para desenvolver estratégias para o planeamento e gestão da floresta urbana e como essa análise poderá ser feita. Muitas vezes, os municípios desenvolvem planos de arborização ou planos de gestão da floresta urbana tendo em conta a avaliação da cobertura da canópia. Este método, apesar de ter algumas vantagens como a facilidade com que se avalia e desenvolve uma estratégia, é demasiado redutor na medida em que não informa acerca da variedade de espécies e o seu estado fitossanitário, quais os meios disponíveis para a gestão e manutenção do arvoredo urbano e qual a relação com a comunidade. Assim, para avaliar a floresta urbana e para que esta seja planeada de forma sustentável para as realidades urbanas, será necessário ter em conta diferentes critérios de análise e indicadores do estado atual. Nesta perspetiva existe o **‘Método C&I’** (Kenney et al, 2011, como referido em Clark, 1998), que avalia o panorama da Floresta Urbana segundo uma série de critérios e indicadores, separados em três grandes categorias: **‘recursos de vegetação’**, **‘enquadramento comunitário’** e **‘estratégia de gestão dos recursos’**. Cada critério é avaliado segundo indicadores de performance que, de forma expedita, revelam o estado presente da Floresta Urbana. Este método tem a vantagem de oferecer um conhecimento diversificado da situação atual e de orientar o levantamento de dados, visto que alguns fatores implicam um processo de levantamento mais moroso. Desta forma poderá fazer-se uma avaliação mais completa e que tem em conta os diferentes aspetos que compõem o ecossistema urbano e que influenciam a Floresta Urbana.

Começam a surgir alguns Planos Estratégicos para a Floresta Urbana que utilizam este método para orientar a definição dos seus objetivos, como é o caso do Urban Forest Stewardship Plan da cidade de Seattle.

3. Plano de Arborização

Nos últimos anos têm surgido Planos de Arborização em Portugal, com o objetivo corrigir a introdução da árvore em contexto de arruamento, eliminar más práticas de manutenção e afirmar a árvore como elemento essencial do espaço público, que desempenha uma série de serviços para a cidade. Mas, como se procede a elaboração destes planos? Não existindo qualquer tipo de regulamentação para a elaboração de um plano de arborização, torna-se pouco claro para os municípios como devem proceder.

Grande parte dos planos estudados no capítulo anterior (2.2.3) são para cidades internacionais, dentro de áreas metropolitanas com maior área e densidade populacional que o caso português. Cada um destes planos pretende planejar a Floresta Urbana de forma a acompanhar o desenvolvimento urbano e a projetar-se para o futuro, com grandes orçamentos, equipas e recursos. De momento, é impossível comparar as áreas metropolitanas portuguesas com estas grandes áreas, no entanto isso não quer dizer que não devam ser estudados e tidos como referência na elaboração de planos para a Floresta Urbana adaptados a Portugal.

Posto isto, o presente trabalho pretende explorar a elaboração de um Plano de Arborização e deixar os percursos suficientes para a elaboração do Plano de Arborização de Espinho (capítulo 4). Mediante a pesquisa realizada sobre soluções de planeamento de Floresta Urbana e casos práticos, procurou-se encontrar uma estrutura possível para a elaboração de um Plano de Arborização. Grande parte dos planos desenvolve-se a partir de um processo de análise da situação atual da Floresta Urbana e definem-se objetivos, como o aumento da cobertura da canópia e do número de árvores, e estipulam-se medidas de ação para a concretização destes objetivos. No entanto, os processos de análise devem ser adaptados consoante o município, área total e recursos, pelo que, para a formulação de um plano deverá desenvolver-se uma metodologia de trabalho eficaz e de fácil aplicação.

Nesta perspetiva, julga-se que o método mais simples no planeamento da Floresta Urbana é adotar uma metodologia que coloca três perguntas fulcrais – “O que existe?”, “O que queremos?” e “Como é que lá chegamos?” – e comporta um processo de trabalho cíclico. Isto é, posto que o processo de planeamento não direto e estático, mas sim orgânico que se adapta à mudança de realidade, devendo-se desenvolver uma metodologia de trabalho que não seja estática no tempo e que comporte recuar e avaliar melhor a situação (Miller, 1987). Assim, deve-se deixar claro o que cada etapa deve conter.

1. “O que existe?” – Como primeiro passo do processo de planeamento deve-se procurar recolher dados acerca da situação atual, que pode ter de compreender uma fase de levantamento dos dados necessários para a elaboração do plano. Este processo deve compreender a construção de um inventário arbóreo que explore várias características da arborização como espécie, nº de indivíduos, dimensões ou estado fitossanitário. Ainda se deve avaliar que género de condicionantes existem ao desenvolvimento da arborização e identificar os problemas existentes. Após o processo de levantamento e análise dos resultados obtidos deve-se procurar utilizar um método de diagnóstico da Floresta Urbana que permita, de forma, direta e objetiva, avaliar a situação existente e ajudar a orientar objetivos do Plano.
2. “O que queremos?” – Após o diagnóstico da situação existente da Floresta Urbana devem-se estabelecer objetivos para o plano, atendendo aos problemas identificados e ao diagnóstico realizado. A utilização do ‘Método C&I’ apresenta vantagens no que diz respeito à definição orientada de objetivos, pois faz uma avaliação qualitativa de uma série de critérios e define o patamar ideal de cada critério. Na eventualidade de, após a definição de objetivos ou mesmo das estratégias, se reconhecer que é necessário obter mais informação acerca da situação existente, este processo de planeamento permite retrocessos fáceis.
3. “Como é que lá chegamos?” – Uma vez determinados os objetivos do plano, deve-se procurar estabelecer estratégias para atingir os mesmos. Nesta etapa podem ser desenvolvidos algumas ferramentas de ação do plano como critérios de seleção de espécies, parâmetros e

dimensionamentos para a arborização (seleção de material vegetal, regulamento para a arborização urbana, dimensionamentos de passeios e caldeiras, etc.), plano de intervenções e prioridades, carta de arborização proposta, atividades com envolvimento da comunidade, entre outras.

Posto isto, o presente trabalho pretende dar início ao Plano de Arborização de Espinho e reunir os elementos necessários para a elaboração de uma Carta de Arborização Proposta e outros planos de intervenções.

4. Aplicação ao Caso de Estudo de Espinho

Após se recolher mais informações acerca de diferentes soluções de planeamento da Floresta Urbana, julga-se que será de maior interesse realizar um Plano de Arborização para Espinho. Apesar deste aglomerado urbano ter começado a introduzir árvores em contexto de arruamento há alguns anos (estima-se que há 30 anos se iniciou a introdução de algumas espécies arbóreas), apresenta problemas óbvios relativos ao estado do seu património arbóreo, que num futuro breve terá de ser substituído. Por isso, deve-se procurar definir espécies de arruamento adequadas, estipular quais as prioridades de intervenção, parâmetros para a arborização e definição de novos perfis de arruamento, que comportem melhor todas as infraestruturas da cidade. Este Plano de Arborização não deve esquecer a importância do envolvimento da comunidade nas ações de plantação e despertando a atenção da população para a importância da árvore em ambiente urbano.

Assim, este capítulo apresenta a aplicação da metodologia proposta para Planos de Arborização ao caso de Estudo de Espinho. Para poder aplicar a metodologia proposta, foi necessário estabelecer qual informação já disponível e qual a que deveria ser necessária encontrar, pelo que existiu uma recolha de dados inicial seguida de uma fase de levantamento dos dados. Após estas etapas, procurou-se aplicar a metodologia proposta, sendo que, o ponto “Como é que lá chegamos?” não ficou concluído no presente estágio devido ao tempo disponível e volume de trabalho.

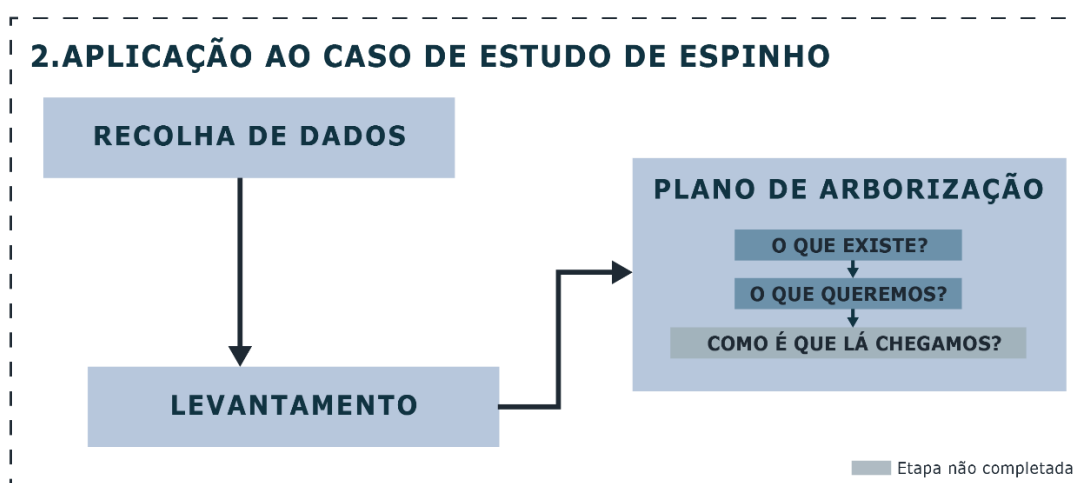


Figura 4 - Metodologia aplicada ao caso de estudo de Espinho (fonte: elaboração própria)

4.1. O que existe?

Como foi mencionado anteriormente, nesta etapa pretende-se aferir qual é efetivamente a situação existente da arborização de Espinho, qual a informação disponível e qual aquela que se deve procurar saber. Inicialmente fez-se uma recolha de dados que consistiu na averiguação da informação disponível e concluiu-se que, a única informação disponível com interesse para o plano era a estrutura ecológica e a hierarquização viária, definida no âmbito da Revisão do PDM, e um levantamento de espaços verdes mantidos pela Câmara. Isto permitiu definir qual a informação necessária para a análise da situação da Floresta Urbana de Espinho. Assim, definiu-se que seria relevante recolher informação ao nível dos fatores que condicionam o desenvolvimento das árvores, estrutura verde e espaços verdes, tipologias de arruamentos e inventário arbóreo.

Apesar do conceito de Floresta Urbana englobar todas as árvores e vegetação associada no interior da cidade, foi contemplada apenas a arborização municipal de contexto de arruamento e de alguns espaços que se julgaram relevantes pela sua dimensão e cobertura arbórea, pois apenas se pretende estudar a arborização municipal.

O resto deste subcapítulo (4.1) pretende resumir toda a informação recolhida e apresentar os aspetos mais importantes para a produção do Plano de Arborização.

4.1.1. Fatores que condicionam o desenvolvimento das árvores

Em ambiente urbano, o desenvolvimento das árvores é altamente condicionado, não apenas por fatores antrópicos, mas também por fatores ambientais. Nas cidades, devido à substituição das características naturais do território por estruturas artificiais, o clima é bastante diferente, pelo que as espécies vegetais, que seriam de esperar encontrar no local se não tivesse tido perturbação, podem ter maiores problemas de adaptação. Assim, alguns fatores como radiação, vento, temperatura e humidade são alterados. No entanto, para árvores de arruamento, fatores como a secura, compactação do solo e espaço disponível para o crescimento são assinalados como os fatores mais limitantes.

Em Espinho, verifica-se a presença de diferentes condicionantes para o desenvolvimento das árvores, desde fatores climáticos a fatores antrópicos. Os fatores que se julgam mais limitantes ao desenvolvimento arbóreo são o vento e influência marítima, secura e compactação dos solos, espaço disponível e conflitos com outras infraestruturas. A elaboração de um Plano de Arborização tem em conta que, para selecionar o material vegetal mais apropriado para o local, é necessário balançar todos estes fatores de forma criteriosa para que a arborização seja a mais adequada ao local.

Condicionantes ao desenvolvimento das árvores em espaço urbano		
Fatores Climáticos	Vento	Os golpes de vento nas cidades podem provocar vários estragos, principalmente em espécies de madeira frágil e sem resistência, indivíduos envelhecidos e debilitados e em indivíduos jovens. Desta forma, deve-se evitar escolher espécies de crescimento rápido em zonas mais expostas ao vento.
	Radiação	Dependendo das características do local pode-se verificar uma maior exposição solar ou maior área de ensombramento, pelo que as árvores podem ser afetadas pelo excesso de exposição solar, radiação indireta, iluminação artificial ou até ensombramento excessivo.
	Temperatura	As áreas urbanas são conhecidas pelo efeito de 'ilha de calor'. Este efeito pode até aumentar o período de crescimento das árvores, no entanto em épocas de maior intensidade de radiação solar podem-se verificar queimaduras nas folhas e no tronco das árvores. É possível também que as raízes sejam afetadas pelo microclima urbano pois são sensíveis à flutuação da temperatura.
Fatores Hídricos	Excesso de água	Quando os solos se encontram saturados, o arejamento é afetado e, conseqüentemente, a atmosfera do solo é alterada, inibindo a respiração das raízes e causando até a asfixia radicular.
	Secura	A secura do solo pode manifestar-se na murchidão da planta e no aparecimento de necroses foliares marginais. Algumas espécies podem até perder as folhas mais cedo do que o previsto. A repetição de eventos de secura do solo pode levar à decadência da árvore e morte. Deve prever-se a instalação de um sistema de rega pelo menos durante os primeiros 3 a 5 anos de forma a que as árvores desenvolvam o seu sistema radicular em profundidade.
Fatores Atmosféricos	Poluição Atmosférica	A resistência das árvores à poluição varia consoante a natureza dos gases, estado de desenvolvimento da árvore e condições do meio. A concentração de diferentes contaminantes pode induzir a um enfraquecimento crónico das árvores. Desta forma, deve-se evitar escolher pouco tolerantes à poluição urbana.
Fatores Edáficos	Os solos urbanos requerem uma atenção especial pois é imprescindível ao desenvolvimento das árvores. Cerca de 80% dos problemas enfrentados pelas árvores têm a sua causa no solo pelo que é preciso preservar a qualidade do solo.	
Outros Fatores	Muitas vezes a árvore encontra fatores limitantes ao seu desenvolvimento devido a certos problemas estruturais das cidades como as infraestruturas localizadas nos solos. No entanto existem muitos outros fatores que podem limitar o seu desenvolvimento que provêm da atividade quotidiana de uma cidade. É importante salientar também que, em contexto de arruamento, o espaço disponível para a árvore é muito reduzido, tanto ao nível do raizame como da copa.	

Tabela 3 - Condicionantes ao desenvolvimento das árvores em espaço urbano (fonte: Soares, 2006; Lufinha, 2015; TURAS, 2015)

4.1.1. Estrutura Verde e Espaços Verdes

Nota: A leitura deste subcapítulo deve ser acompanhada pelos anexos "4 – Situação atual da Floresta Urbana" e "5 – Estrutura Verde: definição de tipologias de espaços verdes".

A análise dos espaços verdes e espaços públicos existentes permite avaliar quais os principais lugares frequentados pela população no seu dia-a-dia, como a árvore surge e influencia o espaço em redor e como o planeamento do arvoredo urbano poderá melhorar o espaço.

Apesar da prioridade do presente plano de arborização ser o melhoramento do arvoredo urbano de arruamento, este contribui para a conectividade dos espaços e conseqüente melhoria de leitura do espaço público. Deste modo, fará sentido identificar os principais espaços de lazer e recreio dentro da área urbana e como se podem ligar entre si. Na leitura realizada na análise da Estrutura Verde da área de estudo salienta-se:

- a importância do núcleo central, como nó principal da Estrutura Verde, devido à presença de alguns dos principais equipamentos (Câmara Municipal, Biblioteca, Tribunal, Centro Multimeios e Igreja) e Espaços Verdes com carácter de recreio (Parque João de Deus e Jardim do Largo dos Combatentes da Grande Guerra);
- a conexão estabelecida entre espaços verdes através dos arruamentos, como é o caso da Rua 19 (rua pedonal e comercial, a oeste da área central, via de entrada na cidade para este), Rua 20 (via de entrada na cidade), e Avenida 24 (avenida principal que conecta os principais equipamentos da cidade, desde a área central até ao Hospital, Centro de Saúde, Feira Semanal e Escola Secundária), que se deve à presença da arborização e à utilização do espaço;
- a presença de espaços com potencial para a arborização como é o caso da área da 'Alameda' e dos diversos largos e pracetas de acesso público, que se encontram degradados e sem interesse;
- os principais espaços de recreio restringem-se a 4 espaços: Parque João de Deus e Praça Dr. José de Oliveira Salvador, rua 19, 'Alameda', 'Esplanada Beira-Mar' e Praia.



Figura 5 - Estrutura Verde da freguesia de Espinho (fonte: elaboração própria)

Em suma, com a análise da Estrutura Verde e dos diferentes espaços verdes podemos aferir que, face ao carácter ortogonal da malha urbana de Espinho e densificação do edificado, as oportunidades de conexão de espaços verdes passam pela arborização viária, que ajuda a conferir um carácter coeso e organizado ao espaço público. No entanto, quando se verifica o estado atual destes espaços verifica-se que se encontram extremamente degradados e não permitem uma leitura coesa do espaço, que se deve à multiplicidade de pavimentos e mobiliário urbano, má organização do espaço e conflitos entre a arborização e restantes elementos que compõem o espaço.

4.1.2. Vento e influência marítima

A principal condicionante ao desenvolvimento da árvore em Espinho é a influência marítima e a exposição ao vento. Muitas plantas não suportam o efeito tóxico do sal, tanto presente no solo como transportado pelo vento, e acabam por entrar em colapso, apresentando necroses foliares, murchidão e incapacidade de realizar a fotossíntese (Ferreira, 2013, como referido em Beckerman et al, 2009). Em condições naturais, a vegetação

instala-se desde a zona dunar e, conforme a distância ao mar, a vegetação rasteira e arbustiva dá lugar às árvores, desde que estejam devidamente protegidas da salinidade. Existem formas de minimizar o impacto da salinidade sobre as plantas, como a criação de barreiras, tanto físicas como vegetais, que permitem o desenvolvimento da vegetação. Existem espécies vegetais que resistem muito melhor ao vento e salsugem, enquanto outras precisam de alguma forma de barreira ou até não toleram de todo a proximidade ao mar. Pode-se classificar a vegetação em relação à proximidade ao mar da seguinte forma (Ferreira, 2013, como referido em Viñas, 1995): árvores de primeira linha de mar, que toleram bem a ação do vento e da salsugem, sendo que se podem encontrar a menos de 100m da linha de mar; árvores de segunda linha de mar, que necessitam de algum tipo de barreira pois não toleram exposição direta, localizando-se a mais de 100m da linha de costa; e as árvores que não toleram a proximidade ao mar.

Em Espinho, à semelhança de muitas localidades do litoral português, existe uma concentração urbana junto ao mar que, ao longo dos anos, acabou por eliminar a vegetação natural do litoral, permitindo que a salinidade penetre cada vez mais no continente. O caso de Espinho é particularmente problemático dado que se encontra num ponto de inflexão da costa, o que o torna especialmente suscetível à erosão marítima e influência do vento. Por não existir qualquer barreira natural e a malha urbana ter um carácter ortogonal e alinhado com a linha de mar, o vento e a salinidade penetram muito além do que seria esperado encontrar, contrariamente ao referido pelas fontes bibliográficas. Isto comprova a importância do conhecimento empírico do local.

No que respeita a implantação da árvore em contexto de arruamento verifica-se que em ruas perpendiculares à linha da costa é muito mais difícil a sua instalação e desenvolvimento. Apesar destas ruas se localizarem dentro da 2ª linha de mar, devido à sua relação com a costa e à malha urbana (carácter ortogonal e constituída maioritariamente por prédios) são autênticos túneis de vento, que permitem que o vento marítimo penetre até cerca de 600m da linha da costa. No caso de ruas paralelas à linha da costa verifica-se que estão mais protegidas da influência marítima, o que pode levar, em certos casos à instalação de uma maior diversidade de espécies arbóreas.



Figura 6 - diagrama ilustrativo da influência do mar sobre a área de estudo (fonte: elaboração própria)

4.1.3. Tipologias de ruas

Nota: A leitura deste subcapítulo deve ser acompanhada pelo anexo “7 – Mapa de Vias”.

No estudo da arborização urbana é essencial estudar o espaço em que esta se encontra, por isso, no presente trabalho procurou-se analisar os arruamentos de forma a entender quais as condições disponibilizadas para a arborização e como esta pode melhorar o espaço público.

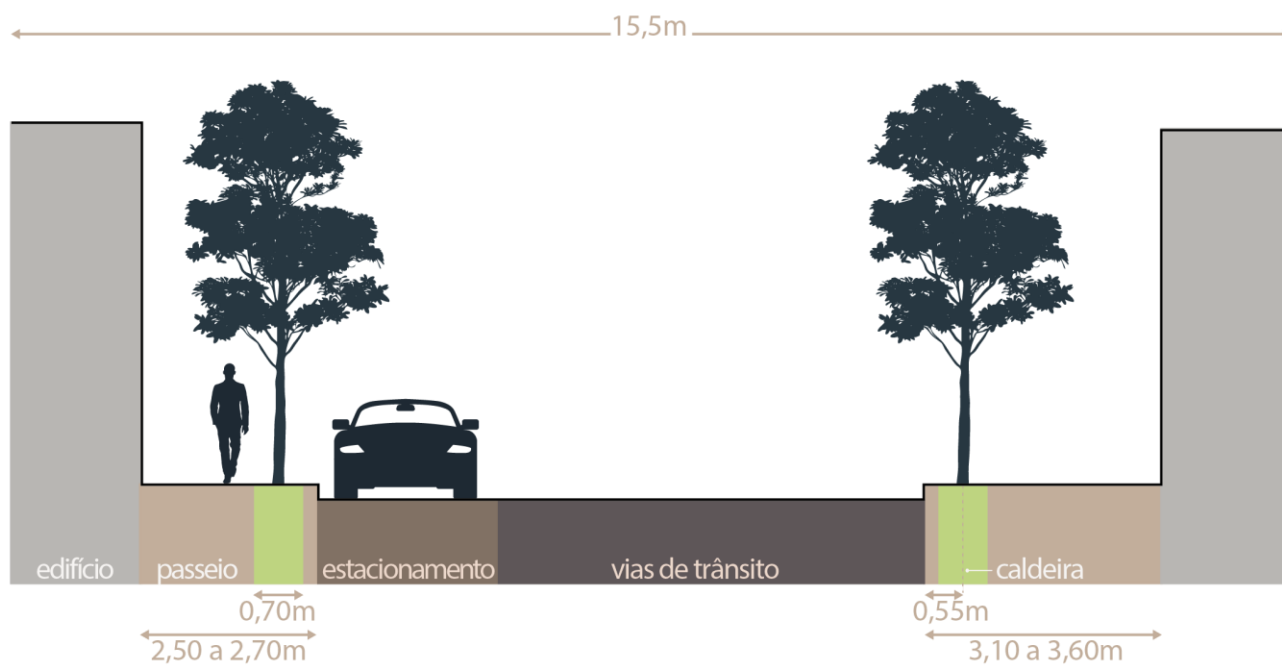
Mediante a classificação de vias elaborada no âmbito da revisão do PDM de Espinho optou-se por, dentro da área de estudo, categorizar as vias em: principais e secundárias. As vias principais caracterizam-se por serem de acesso principal e de entrada na cidade. Estas são as vias mais largas (com cerca de 14 m de largura), comportam o tráfego automóvel nos dois sentidos, geralmente têm uma faixa de estacionamento e arborização em caldeira em ambos os passeios. A largura do passeio varia entre os 2,5m e os 3,40m, sendo que a árvore surge a cerca de 55cm da margem do passeio. Por outro lado, as vias secundárias são mais estreitas (a largura varia entre os 8m e os 11m), comportam apenas tráfego automóvel num sentido e podem ter estacionamento de um ou dos dois lados. A largura do passeio varia entre 1m e os 3,40m, conforme a largura da via e o perfil da rua, sendo que, à semelhança das vias principais, a árvore surge a cerca de 55cm da margem do passeio.

Tanto as vias principais como as secundárias têm semelhanças na sua morfologia e componentes. Em relação ao tipo de pavimento, pode-se encontrar vários tipos de pavimento desde o betuminoso, paver, cubo e microcubo de granito ou calcário, com estereotomias diferentes. Um dos grandes problemas identificados no espaço público em Espinho é a exagerada multiplicidade de pavimentos e estereotomias dentro da mesma rua ou quarteirão, o que cria quebras de leitura da rua. Outro problema transversal a todos os arruamentos da área de estudo é a diversidade de tamanhos, formas e espaçamentos de caldeiras, que são usadas, à semelhança dos pavimentos, em aparente regime *ad hoc*. Desta forma, é muito difícil obter uma leitura coesa e ritmada dos arruamentos e, mesmo com uma nova arborização melhor pensada e mantida, é difícil melhorar o aspeto do espaço. Apenas com uma intervenção mais profunda será possível conseguir ruas corretamente desenhadas e em que todos os elementos coexistam em harmonia.

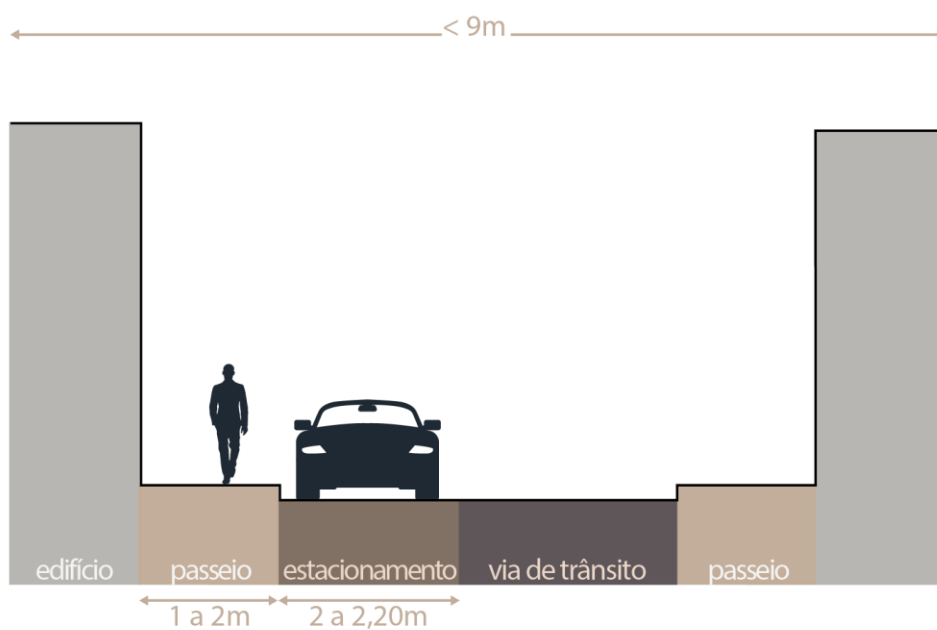


Figura 7 - Fracturação da leitura do espaço causada pela diversidade de pavimentos sentida na Av.24, uma avenida central da cidade. (fonte: do autor)

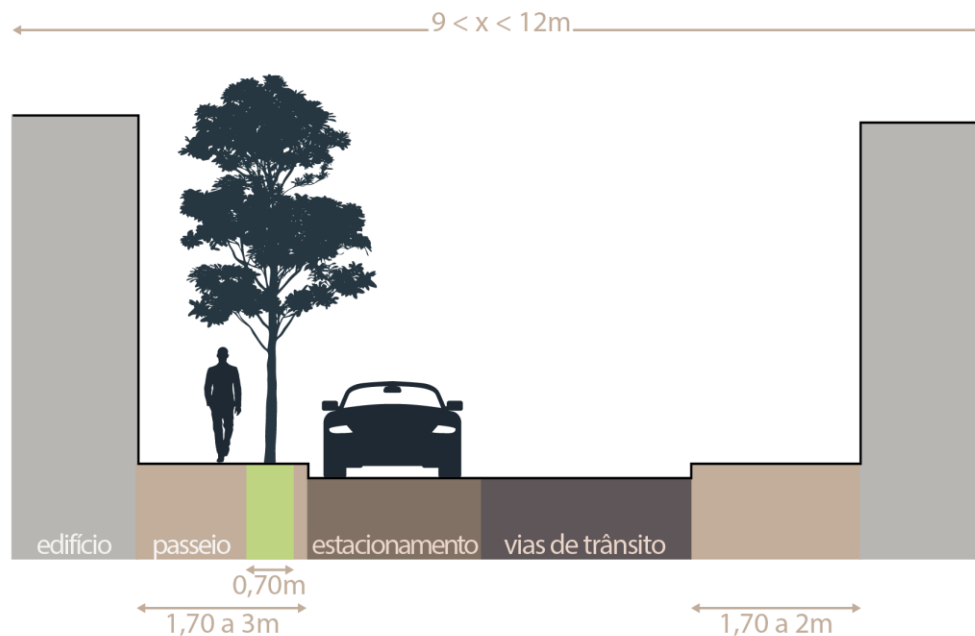
Perfis-tipo existentes



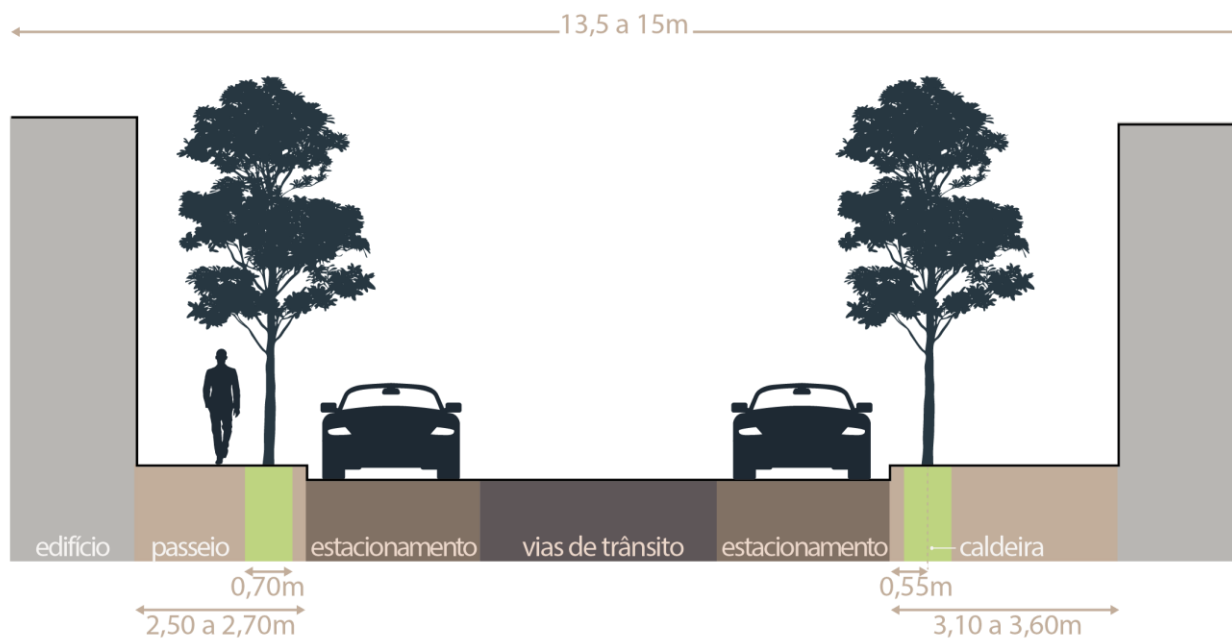
Vias principais (rua 19, 20, 33)



vias secundárias de tipo 1



vias secundárias de tipo 2



Vias secundárias de tipo 3

Figura 8 - Perfis-tipo existentes das vias de Espinho. Consultar diagrama de vias em anexo (fonte: elaboração própria)

4.1.4. Sombras e exposição solar

Uma condicionante ao desenvolvimento da vegetação em contexto urbano é a exposição solar. Os espaços urbanos são quase completamente desprovidos das características naturais do local devido à forte impermeabilização do solo e da construção de barreiras físicas, que condicionam o desenvolvimento da vegetação. A presença de edifícios produz sombra e, quanto maior o edifício, maior será a sua sombra. Claro que durante o dia esta sombra vai mudando de lugar conforme o movimento aparente do sol, no entanto existem sempre zonas em que a luz direta do sol é escassa, e para a vegetação pode fazer toda a diferença. Em Espinho, devido ao carácter ortogonal da malha urbana e sua orientação segundo os pontos cardeais, criam-se eixos viários norte-sul e este-oeste. Em ruas com orientação norte-sul (paralelas à linha da costa), existe sempre ao longo do dia luz direta, que conforme a altura do ano pode ter mais ou menos horas de exposição. Mas, em ruas de orientação este-oeste (perpendiculares à linha da costa) a exposição solar é muito mais escassa. Se existir edificado com maior altura, a rua for mais estreita ou se estivermos nos meses de inverno, existem zonas da rua que não têm luz direta. Por isso, do ponto de vista da arborização deve-se procurar evitar a plantação no passeio sul da rua. Outro aspeto que é influenciado pela exposição solar é a temperatura aparente sentida na rua pelos utilizadores. Do lado sul, visto que não há luz direta, a temperatura aparente vai ser sempre inferior do que no passeio oposto, pelo que, para o utilizador, seria mais conveniente utilizar o passeio com maior exposição solar. Muitas vezes verifica-se que em Espinho surgem passeios mais largos do lado sul da rua, o lado mais desconfortável para o utilizador.

Para melhor compreender a influência que o edificado tem na exposição solar nos arruamentos de Espinho, construiu-se um modelo 3D tendo por base a cartografia disponibilizada. Este revelou com maior eficácia o impacto que a sombra produzida pelos edifícios tem sobre o espaço público. Concluiu-se que, durante os meses de verão não é tão notório o impacto que a sombra produzida pelos edifícios em ruas perpendiculares ao mar tem. No entanto, durante maior parte do ano verifica-se a escassez de luz direta. Para as ruas paralelas ao mar, isto não constitui um fator tão limitante, a não ser que a rua seja demasiado estreita e o edificado tenha uma altura superior à largura da rua, como é o caso da rua 14, uma rua da área central. Nesta rua verifica-se que parte da rua não recebe tanta luz solar, que se deve ao dimensionamento da rua e dos edifícios. Segundo o modelo 3D estimou-se que para um dia de verão (21 de junho) existe cerca de 4 a 5h de luz direta, enquanto num dia de inverno (21 de dezembro) existe entre 2 a 3h.

O modelo 3D torna claro que, quando se pretende estudar a influência da exposição solar em Espinho, deverá analisar-se com maior detalhe a área a ser estudada e que deve ser suportado com os dados providenciados por este modelo, nunca esquecendo o conhecimento empírico.

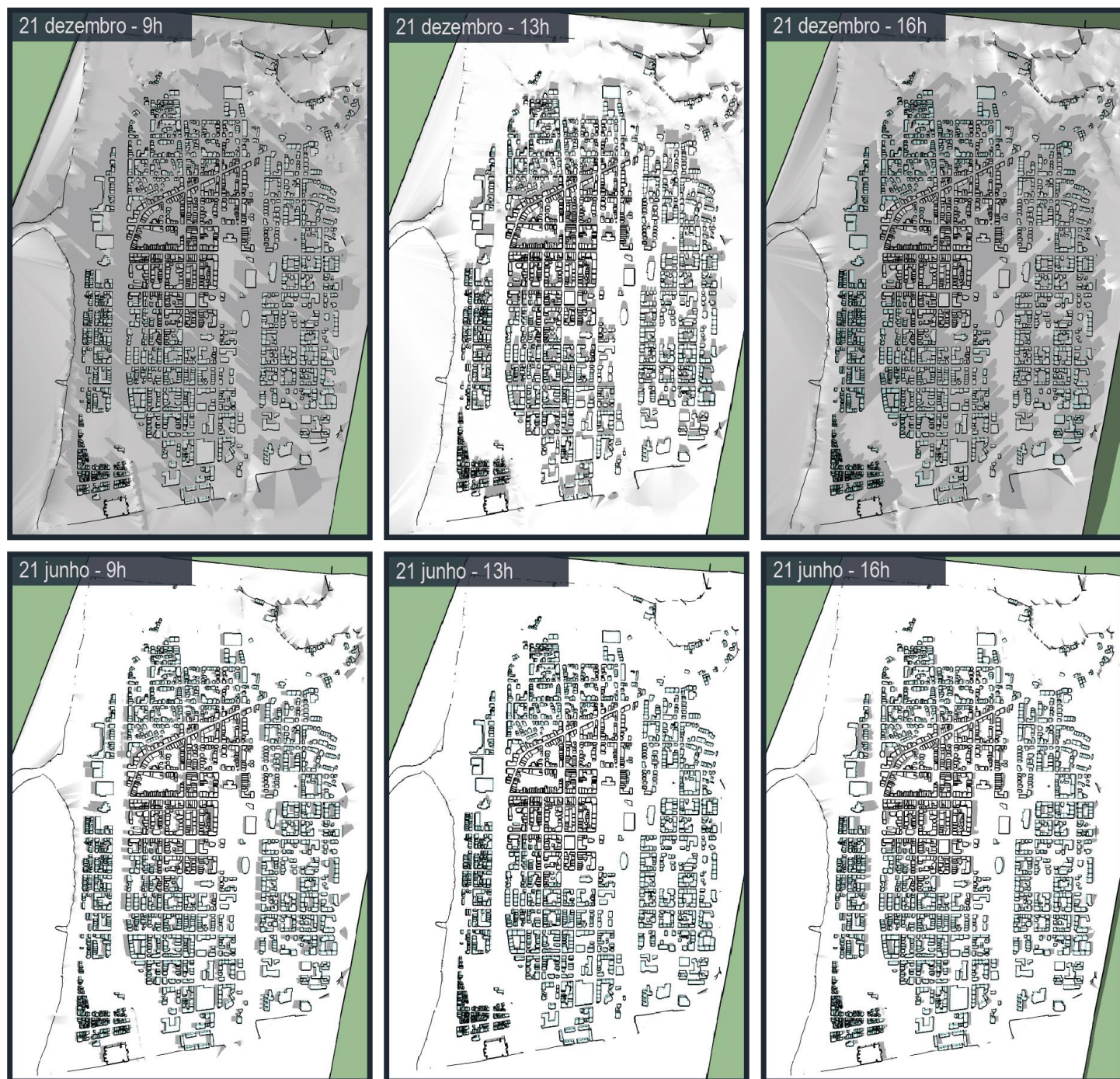


Figura 9 - estudo sobre a exposição solar em Espinho através de um modelo 3D (fonte: elaboração própria)

4.1.5. Zonamento

Mediante os fatores estudados anteriormente neste capítulo conclui-se que será mais proveitoso para a definição de uma arborização numa Carta de Arborização Proposta a definição de um zonamento da área. Isto terá a vantagem de dividir a área de estudo em áreas menores com um determinado conjunto de condicionantes que se achem mais limitantes. Conhecendo Espinho, julga-se que os fatores de malha urbana e influência marítima serão os fatores principais para o zonamento.

Zona 1 – Esta zona caracteriza-se por estar em 1ª linha de mar e o edificado ser típico de bairros piscatórios, com ruas estreitas e edifícios com até 2 pisos. Devido à proximidade do mar é muito difícil introduzir espécies arbóreas, pelo que, as espécies encontradas são *Metrosideros robusta* e *Tamarix gallica*. Existem alguns espaços mais abertos que possibilitam a instalação de vegetação sem ser de caráter de arruamento.

Zona 2- Esta zona caracteriza-se por ser uma zona de transição entre o concelho de Espinho e o concelho vizinho de Vila Nova de Gaia. Os espaços verdes aqui encontrados são de maior dimensão, apesar de serem principalmente espaços de enquadramento viário, o que possibilita a instalação de espécies de maior porte. Também se encontra aqui uma ribeira e um parque de campismo.

Zona 3 – Esta zona corresponde sensivelmente à área central da freguesia, onde se encontra maior parte do comércio. Esta zona caracteriza-se pelo seu edificado de maior volume, que produz uma maior sombra, e por ser uma área especialmente suscetível ao vento marítimo, principalmente em ruas perpendiculares à linha da costa. Julga-se que é crítica a instalação de arborização nesta área pois, a par das condicionantes físicas do local (vento, influência marítima e malha urbana), o espaço para a arborização é reduzido e procura-se que a árvore seja apelativa, seja pela sua folhagem ou floração, por ser uma zona mais movimentada.

Zona 4 – Esta é uma zona ainda bastante influenciada pelo mar, como a zona 3, contudo o edificado não é tão elevado e os arruamentos são mais largos, com exceção de algumas ruas. Em linhas gerais, as condicionantes desta área são bastante semelhantes às da zona 3, contudo esta é uma zona principalmente residencial e não é tão movimentada, pelo que se pode explorar a utilização de espécie com floração menos apelativa.

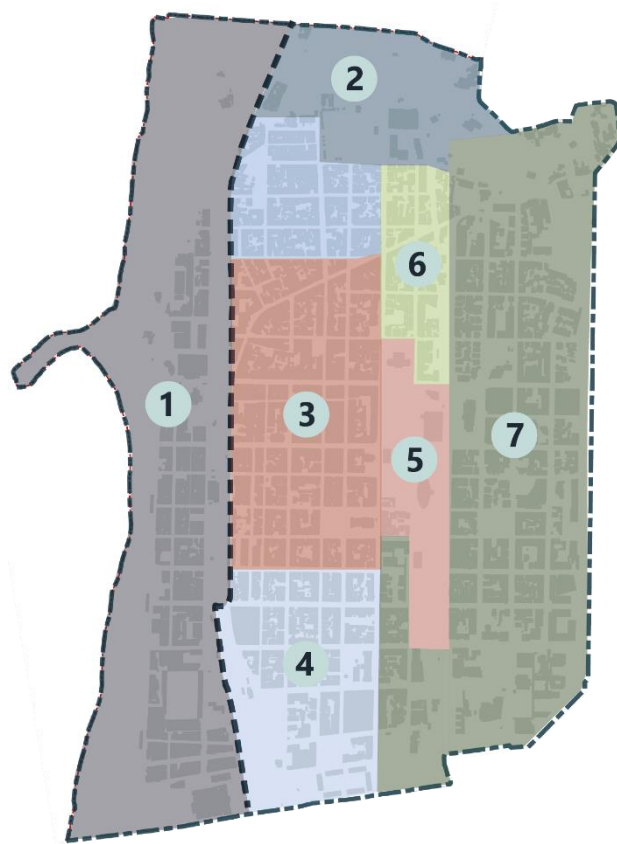


Figura 10 - Diagrama de zonamento da área (fonte: elaboração própria)

Zona 5 – Esta zona caracteriza-se por uma área mais aberta, onde se encontra o Parque João de Deus, os espaços contíguos à Câmara, o espaço da Feira Semanal e o pavilhão Multimeios. Ainda existe alguma influência do mar sobre esta área e é bastante imprevisível acerca da vegetação que vai prosperar nesta área, pelo que será mais seguro pensar sempre em vegetação adequada a 2ª linha de mar e aos efeitos do vento. A árvore surge em diferentes contextos, desde arruamento com caldeiras ou faixa verde a espaços de enquadramento e jardins. Assim, nesta zona, pode-se explorar uma maior dimensão da arborização.

Zona 6 – Esta é uma zona de transição que tanto pode existir influência do mar como não, mas o edificado é mais semelhante ao da zona 4.

Zona 7 – Corresponde à área que não é influenciada pelo mar e onde a malha urbana é mais homogénea, pelo que as condicionantes principais são o dimensionamento das ruas e do edificado, com a projeção de sombra.

4.1.6. Inventário Arbóreo

Nota: A leitura deste subcapítulo deve ser acompanhada pelos anexos “1 - Levantamento fotográfico”, “2 – Ficha de levantamento”, “4 – Situação atual da Floresta Urbana” “6 – Carta de Arborização Existente”, “10 – Levantamento “rua a rua”” e “11 – Levantamento “árvore a árvore””.

Para melhor conhecer o objeto de estudo do Plano de Arborização foi necessário construir uma base de dados para a arborização municipal. O estado degradado da arborização de Espinho é bastante óbvio para qualquer utilizador do espaço público. No entanto, no planeamento da Floresta Urbana é necessário obter mais informação sobre a arborização, se queremos fazer um diagnóstico completo. Idealmente, deve-se obter informação acerca da espécie e sua distribuição, quais as espécies principais e qual a sua percentagem, idade dos indivíduos, diâmetro da copa, coberto arbóreo total e potencial, estado fitossanitário e conflitos com outras infraestruturas. Contudo, para as condições do trabalho e tempo disponível optou-se por recolher informação mais expedita que não envolvesse um trabalho de campo demasiado exaustivo e que permitisse recolher o máximo de informação. Assim, através da utilização de imagem de satélite, Google Street View e visitas de campo foi possível recolher informação ao nível do género/espécie, distribuição e número de exemplares para 2352 indivíduos, que corresponde sensivelmente aos exemplares arbóreos municipais de arruamento e alguns espaços considerados relevantes. Durante este processo de levantamento reconheceu-se que, para melhor avaliar a necessidade de intervenção é necessário obter mais informações ao nível da árvore em si, revelando a sua altura, diâmetro de copa, PAP, estado fitossanitário e conflitos com infraestruturas, pelo que se selecionou 2 arruamentos principais que se julgam de intervenção prioritária.

Para a construção da base de dados optou-se por utilizar um software de SIG, por ser um método já utilizado nos SPE, o que permite uma consulta mais facilitada dos dados, e por fazer uma associação da informação vetorial a tabelas de dados. Optou-se por criar duas shapefile diferentes, onde se estruturaram tabelas de atributos com critérios diferentes. A primeira shapefile compreendeu todo o levantamento feito “rua a rua”, em que se obteve dados acerca das espécies encontradas, nº de indivíduos, nº total de árvores e nº total de

caldeiras. A segunda shapefile compreendeu o levantamento de campo feito “árvore a árvore” na rua 20 e rua 33, onde se obteve informação acerca das dimensões de cada indivíduo, estado fitossanitário, conflitos com infraestruturas, dimensionamento de caldeiras e tipos de pavimento.

Com o processo de levantamento e sistematização dos dados obtiveram-se alguns resultados que elucidam acerca do estado atual da Floresta Urbana de Espinho (figura 6).

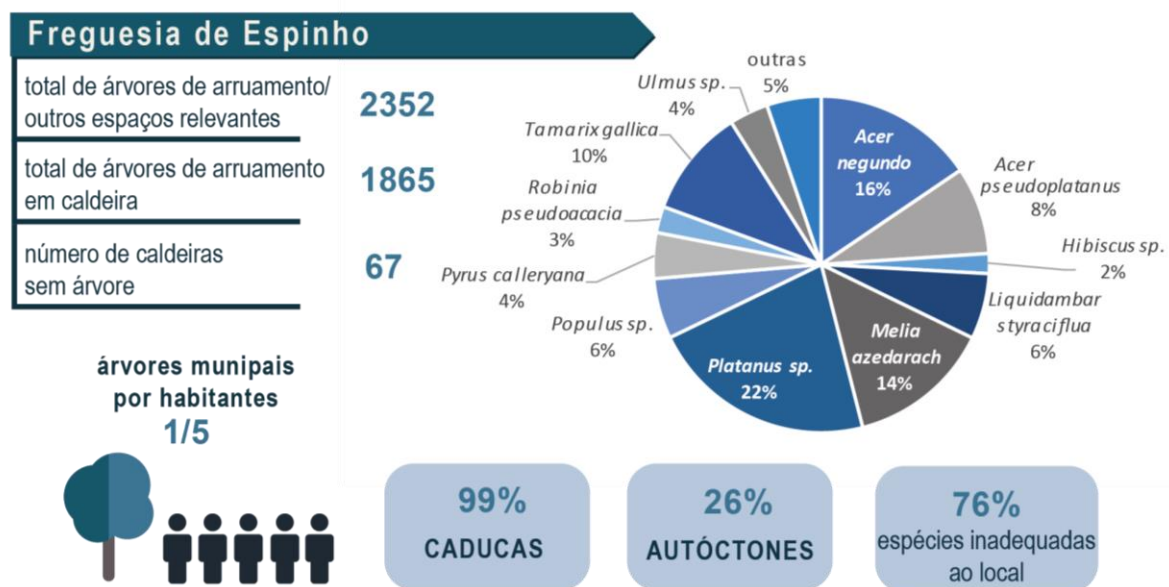


Figura 11 - Infografia sobre a arborização da área de estudo/freguesia de Espinho (fonte: elaboração própria; ícones de www.flaticon.com)

Estes resultados tornam transparentes alguns problemas mas também em certos aspetos revelam-se até positivos, como a percentagem de árvores por habitante e a presença de espécies caducas. No entanto, também revelam a inadequação de espécies arbóreas ao local (76%), o número reduzido de espécies autóctones e a presença de invasoras (*Robinia pseudoacacia*). Também foi realizada uma pesquisa sobre algumas características das espécies presentes em Espinho de forma a definir características comuns para espécies que possam vir a ser introduzidas, sendo que alguns dos fatores tidos em conta foram em função dos critérios de seleção de espécies sistematizados no capítulo 4.3. Isto revelou a existência de algumas espécies de géneros com emissões elevadas de compostos orgânicos voláteis (VOC's), como *Platanus* e *Populus*.

Durante o processo de levantamento “árvore a árvore” foi avaliado o dimensionamento dos exemplares. Muitos revelaram uma medida de PAP muito superior ao esperado para o diâmetro da copa existente sendo que a medida média de PAP é 0,75m, o diâmetro de copa 2,71m e a altura 5,62m. Isto revela o carácter atrofiado da generalidade das árvores de arruamento em Espinho.

4.2. O que é que nós queremos?

4.2.1. Método C&I

Nota: A leitura deste subcapítulo deve ser acompanhada pelo anexo “3 – Tabelas do Método C&I”.

O método C&I, como referido anteriormente no capítulo 2, é um método de diagnóstico da Floresta Urbana que consiste na análise segundo uma série de critérios classificando-os em: baixo, moderado, bom e ótimo, consoante o objetivo de cada critério. Por exemplo, um dos critérios relativos a Recursos da vegetação é a adequabilidade das espécies. O principal objetivo deste critério é o estabelecimento de uma arborização adequada ao ecossistema urbano e adaptada às condições climáticas da região. Se, no caso de estudo, mais de 50% das árvores forem de espécies consideradas inadequadas, classifica-se como ‘baixo’; entre 50% e 75% forem consideradas adequadas, classifica-se como ‘moderado’; e, mais de 75%, classifica-se como ‘alto’, sendo que o ‘ótimo’ seria que todas sejam adequadas.

Assim, depois de todo o processo de levantamento e recolha de dados efetuado, utilizou-se este método como forma de diagnosticar o estado efetivo da floresta urbana de Espinho e como método para atingir os objetivos pretendidos para o Plano. As seguintes tabelas foram construídas conforme o proposto por Kenney et al. (2011). Estas incluem o panorama atual e o qual o objetivo a alcançar, no futuro, com o Plano.

Recursos de Vegetação

Critérios	Desempenho			
	Baixo	Moderado	Bom	Ótimo
Cobertura de canóia relativa	sem dados			
Distribuição de idades das árvores	sem dados			
Adequabilidade das espécies	✓			✓
Distribuição de espécies		✓	✓	
Estado das árvores municipais (de manutenção intensiva)	✓		✓	
Áreas naturais municipais (árvores de manutenção extensiva, como em áreas florestais)	sem dados			
Vegetação autóctone	✓			✓

Enquadramento comunitário

Critérios	Desempenho			
	Baixo	Moderado	Bom	Ótimo
Cooperação entre entidades públicas	✓			✓
Envolvimento de instituições privadas/ proprietários	sem dados			
Cooperação com "Indústria Verde"		✓		
Neighborhood action	✓			
Interação Município-Cidadão		✓		
Conhecimento comum das árvores enquanto recurso da comunidade	✓			✓
Cooperação Regional	✓			

Estratégia de Gestão de Recursos

Critérios	Desempenho			
	Baixo	Moderado	Bom	Ótimo
Inventário Arbóreo	✓	✓		
Inventário de Cobertura da canópia	✓		✓	
Plano de Gestão da Floresta Urbana Municipal	✓			✓
Financiamento Municipal	✓	✓		
Recursos humanos disponíveis		✓	✓	
Novas plantações		✓		✓
Adequação do habitat	✓			✓
Manutenção das áreas municipais e de manutenção intensiva		✓		✓
Gestão de riscos (arborização)	✓		✓	
Políticas de proteção do arvoredo urbano	✓	✓		
Planeamento e Gestão de áreas mantidas pelo município	✓			

Tabela 4 - Aplicação do Método C&I ao caso de estudo de Espinho. Células com ✓ sem fundo: estado atual; Células com ✓ e com fundo azul: objetivos para o futuro plano de arborização. Descrição dos indicadores no anexo "3 – Tabelas do Método C&I traduzidas".

Depois da aplicação do método verifica-se o baixo desempenho da maioria dos critérios, que devem ser melhorados no futuro e com a introdução de um Plano de Arborização.

4.2.2. Objetivos

Mediante a análise realizada anteriormente pretende-se propor os seguintes objetivos para o Plano de Arborização de Espinho:

- a. Aumentar a percentagem de espécies adequadas ao ecossistema urbano, garantindo a adequação da árvore ao local;
- b. Completar o inventário arbóreo iniciado;
- c. Afirmar a árvore como um organismo essencial à cidade e que confere serviços à população;
- d. Aumentar a interação do Município-Cidadãos na construção de uma Floresta Urbana mais eficiente e sustentável
- e. Criar uma lista de espécies recomendadas a serem utilizadas em novas plantações, tanto de investimento público como privado, e garantir que as novas plantações sejam aprovadas segundo o proposto pelo Plano como pelos profissionais responsáveis pelo mesmo

4.3. Como é que lá chegamos?

Como referido anteriormente, nesta etapa pretende-se apresentar estratégias para chegar aos objetivos definidos para o Plano. A elaboração do Plano de Arborização deve traduzir-se na elaboração de uma Carta de Arborização Proposta para a área de intervenção, tendo por base o trabalho apresentado neste capítulo sobre a definição de critérios de seleção de espécies de arruamento para Espinho. Neste trabalho também se pretende estabelecer alguns parâmetros para a arborização e apresentar exemplos de soluções de intervenções para dois arruamentos principais da cidade, a rua 20 e a rua 33.

4.3.1. Critérios de seleção de espécies

Nota: A leitura deste subcapítulo deve ser acompanhada pelos anexos “8 – Espécies Existentes de arruamento de Espinho” e “9 – Espécies sugeridas para a freguesia de Espinho”.

Selecionar a espécie mais adequada é sempre desafiante. Dependendo do tipo de espaço podemos procurar espécies com diferentes características que esperamos que se adaptem ao local. Podemos ter vários critérios em consideração no processo de seleção da espécie, que dependem de fatores como o espaço, a localização ou até mesmo o projeto. Porém, para selecionar a espécie mais adequada a utilizar em contexto de arruamento é necessário ter em conta mais fatores que noutros espaços não seriam considerados limitantes, como o tipo de raiz, dimensão e frutificação. Na tabela seguinte procurou-se sistematizar todos os critérios que devem ser tidos em conta na seleção da espécie para arruamento.

Espécies autóctones vs exóticas	Deve dar-se preferência à escolha de espécies autóctones em detrimento às exóticas visto que, à partida, terão menor manutenção e maior resistência às condições edáficas. No entanto, se nenhuma espécie autóctone se adaptar face às condicionantes do local pode-se optar por escolher uma espécie exótica .
Características da espécie	Devem ser tidas em conta as características da espécie nomeadamente forma, porte, densidade e hábito da copa, tipo e época de floração/frutificação, desenvolvimento radicular; resistência/suscetibilidade a pragas, doenças e poluição, exigências de manutenção. Todavia, deve-se adaptar a seleção da espécie mediante as condicionantes e necessidades.
Caducas vs perenes	A escolha entre caduca ou perene é feita mediante o tipo de espaço, utilização e vivência e qual o serviço que se espera que a árvore desempenhe. Perenes – melhor adaptação às condições do local; melhor desempenho como barreira sonora; impede a passagem da luz e a regulação bioclimática; menor interesse estético ao longo do ano; remoção de partículas durante todo o ano. <i>Exemplo: Casuarina equisetifolia</i> Caducas – Maior permeabilidade; permite a regulação bioclimática; maior interesse estético ao longo do ano; maior passagem de luz com mais ensombramento durante o inverno. <i>Exemplo: Pyrus calleryana</i>
Formato e dimensão	Face às condições do local (proximidade a infraestruturas, espaço disponível, ...) deve-se adaptar o tamanho da árvore à tipologia e dimensões do espaço.
Sistema radicular	Deve-se dar preferência a espécies com um sistema radicular pivotante , que têm uma ancoragem mais estável, evitando recorrer a espécies com raízes mais horizontais, para evitar conflitos com infraestruturas e pavimentos. Deve-se procurar espécies com maior adaptabilidade à poluição e ao stress hídrico e evitar espécies de crescimento rápido e que necessitam de elevados volumes de água. <i>Exemplos: Acer pseudoplatanus, Lagunaria patersonii</i>
Tipo de Madeira	Deve-se evitar escolher espécies de madeira branda, pois são mais suscetíveis a ruturas causadas pelo vento ou outros fatores externos. <i>Exemplos: Fraxinus angustifolia, Gleditsia triacanthus, Quercus robur.</i>
Fruto e Pólen	A escolha de espécies deve ter em atenção o tipo de fruto e pólen. Se se pretender aumentar a biodiversidade deve-se procurar espécies com frutos que atraiam a flora local, no entanto, em arruamento, não é sempre oportuno que surjam frutos muito grandes ou que criem muitos resíduos. Deve-se procurar, também, ter em atenção ao nível de alergenicidade das espécies. <i>Exemplo: Celtis australis, Laurus nobilis, Malus sylvestris, Pyrus spinosa, Prunus avium (promovem a biodiversidade)</i>
Caraterísticas do local	Fatores como a proximidade ao mar, altitude, clima, temperatura média, vento, humidade e radiação devem ser tidos em conta ao selecionar espécies adequadas ao local.
Interesse Estético	Em ambiente urbano é importante selecionar espécies que tanto se adaptem ao local como desempenhem diferentes serviços. Assim, pode-se procurar que as espécies tenham maior interesse estético, jogando com fatores como sazonalidade, cor, textura, ritmo, etc <i>Exemplo: “jogar” com variações de tonalidade da folhagem ao longo do ano (Liquidambar styraciflua) e com florações mais exuberantes (Cercis siliquastrum, Melia azedarach).</i>
Longevidade	De forma a evitar a perda recorrente de massa verde expressiva deve-se procurar escolher espécies com maior longevidade . Este género de espécies apresenta algumas vantagens como melhor desempenho na captura de carbono e na criação de barreiras sonoras.

Sombra	<i>Exemplo: Acer campestre, Acer monspessulanus,</i> Em ambiente urbano é necessário ter em consideração que devido à presença de estruturas altas como edifícios existem áreas bastante ensombradas durante todo ou grande parte do dia pelo que deve ser um fator que se deve ter em conta ao selecionar espécies e o seu lugar de plantação. <i>Exemplo: utilização de espécies ripícolas como Fraxinus angustifolia.</i>
Vento	Em zonas com maior exposição ao vento deve-se evitar escolher espécies de crescimento rápido pois a sua madeira é mais frágil. A resistência da madeira é influenciada por fatores como número e comprimento dos raios lenhosos, inserção dos ramos e pré-disposição da espécie para desenvolver defeitos. Em zonas urbanas muito próximas do mar deve-se procurar selecionar espécies com maior resistência à influência da salinidade carregada pelo vento. <i>Exemplos: Acer pseudoplatanus, Cercis australis, Casuarina equisetifolia, Grevillea robusta.</i>
Poluição	Algumas espécies arbóreas apresentam maior resistência à poluição nos ambientes urbanos e industriais. No entanto, certas espécies também podem contribuir para o aumento da poluição atmosférica através da emissão de VOC's (compostos orgânicos voláteis), como isoprenos e monoterpenos. Por norma, as espécies caducas são mais indicadas para a captação de poluentes pois fazem a eliminação dos resíduos através da queda da folha. Mas também, para aumentar a qualidade do ar, deve-se procurar escolher espécies com maior superfície foliar, com folhas pilosas e pegajosas ou com maior taxa de evapotranspiração. Salienta-se também que espécies com maior necessidade de manutenção contribuem para uma maior emissão de gases. <i>Exemplos de espécies: Betula pendula, Ginkgo biloba, Fagus sylvatica, Liriodendron tulipifera (retenção de monóxido de carbono); Chamaecyparis lawsoniana, Cupressocyparis xleylandii, Platanus xhispanica, Platanus occidentalis, Tilia cordata (captação de partículas).</i>

Tabela 5 - Critérios de seleção de espécies (Fonte: Nowak (1995), Soares (2005), Mota (2012), TURAS (2015)).

Claro que, dependendo do caso, alguns dos critérios podem ser mais ou menos relevantes, dependendo da função que se pretende que a árvore desempenhe e da localização geográfica. No caso de Espinho, julga-se que, na maior parte dos casos, se deve procurar espécies com maior resistência ao vento e à salinidade, de pequena a média dimensão, com sistema radicular preferencialmente pivotante, com copa tendencialmente ovoidal, piramidal ou colunar, com algum interesse sazonal e tolerantes à poluição urbana. A procura por espécies que apresentem estas características revelou-se bastante difícil pela dificuldade de encontrar espécies mais pequenas tolerantes ao vento e à salinidade. De facto, nunca se terá completa certeza sobre o sucesso da espécie selecionada pelo que a seleção de novas espécies e sua plantação deve incluir experimentação. Tendo oportunidade, deve-se procurar realizar plantações experimentais para aferir a adaptabilidade da espécie. Mas, mesmo assim, nada garante que não possam vir a surgir problemas como pragas e doenças.

4.3.2. Parâmetros para a arborização

Como já foi referido, os problemas da arborização de Espinho são claros para qualquer visitante e utilizador do espaço público. Quase todas as árvores de arruamento encontram-se num estado decadente, pois foram sujeitas a anos de podas intensas e desadequadas, que as deformaram e criaram portas de entrada a agentes patogénicos. Começa a existir em Espinho uma intenção de contrariar este regime de poda mas nem todas as

árvores reagem da mesma forma. Algumas, apesar do regime de poda ter passado para uma poda de limpeza e minimização de conflitos com infraestruturas, apresentam grandes problemas estruturais e que podem causar problemas de segurança.

O Plano de Arborização deve abordar também questões relativas a novas plantações, que podem ocorrer tanto por iniciativa pública como privada, e definir parâmetros a cumprir como:

- Seleção de espécies adequadas, consoante as espécies recomendadas pelo Plano, que estejam devidamente estruturadas e com flecha intacta;
- Proibição na utilização de espécies invasoras e promover a utilização de espécies nativas;
- Dimensionamento adequado de caldeiras de árvores, que deve variar conforme a espécie ou tipo de árvore definida para o local e dimensionamento recomendado para cada;
- Tutoragem dupla ou tripla, usando materiais adequados e certificados para o efeito, de forma a conduzir a árvore sem nunca a danificar;
- Alertar para utilização de poda estrutural e/ou de limpeza, e proibir outro tipo de poda considerado invasivo e que danifique a árvore.

No entanto, a poda e a forma das árvores não são os únicos problemas. A forma leviana como algumas pessoas tratam o património arbóreo pode pôr em causa o sucesso de novas plantações, visto que no presente danificam as árvores existentes. Por isso, parte do sucesso do Plano de Arborização vai partir da proliferação da ideia da árvore enquanto património social, visto que servem a população urbana em diversas formas, como por exemplo o aumento da qualidade de vida e embelezamento do espaço público.

Nessa perspetiva, a criação de um regulamento municipal sobre a arborização pode ser de grande ajuda para contrariar a atual postura da população sobre as árvores. É necessário que este regulamento defina as ações que não podem ser tomadas em relação às árvores como:

- afixação de qualquer tipo de avisos, publicidade ou outro tipo de materiais nas árvores, tanto materiais destacáveis ou de carácter permanente, pois podem abrir feridas e criar portas de entrada para agentes patogénicos;
- poda, abate ou corte não planeado ou autorizado pelos serviços municipais;
- qualquer tipo de dano físico infligido numa árvore;
- depósito de químicos em caldeiras de árvores ou qualquer outra estrutura permeável.

4.3.3. Exemplos de intervenções

Como forma de exemplo, optou-se por apresentar soluções possíveis no desenho de novos perfis de rua, que comportem todas as infraestruturas necessárias. Contudo, visto que o dimensionamento das ruas dentro da cidade de Espinho é muito diferente de outras cidades europeias, onde se encontram grandes e espaçosas avenidas, procurou-se explorar a introdução em ruas principais de dimensão mais reduzida, como é o caso da

Rua 20 e da Rua 33. Estas foram ruas onde se aplicou um método de levantamento da arborização mais pormenorizado e revelou a importância de intervenção nestes arruamentos.

No âmbito das estratégias definidas para o concelho na RPDME, definiu-se uma rede ciclável que passa pelas vias principais e conecta toda a cidade por bicicleta. Assim, na reformulação dos perfis da rua pretendeu-se incluir a ciclovia, tanto por já estar planeado, como por se reconhecer o valor que o planeamento desta estrutura nas cidades tem para a redução do tráfego automóvel e conexão de espaços verdes.

Para conseguir que a rua albergue todas as infraestruturas necessárias é imperativo rever o perfil do arruamento. Tipicamente, a rua é composta por uma parte pedonal (passeio) de cada lado, que varia em relação à sua largura e presença de arborização em caldeira. Em ruas principais como as de Espinho encontra-se arborização de ambos os lados, no entanto, nem sempre é oportuno ter árvores dos dois lados, devido à proximidade da arborização ao edificado. Também, com a introdução de uma faixa de ciclovia e sem a possibilidade de expansão da rua torna-se difícil manter a arborização com este carácter. Assim, ao se planejar a cidade deve-se ter em conta que não devemos apenas servir uma determinada infraestrutura e deve-se procurar maximizar as oportunidades. Nessa perspetiva, procurou-se encontrar novas soluções para os arruamentos, onde se introduziu uma faixa de ciclovia e um espaço para a arborização. Estas soluções têm como vantagens uma melhor estruturação da relação passeio-arborização, na medida em que a árvore confere sombra e cria uma barreira para a via de tráfego, criando assim uma melhor condição para o seu desenvolvimento em arruamento, por estar mais afastada da edificação. Na rua 20 pretendeu-se explorar o desenho intercalado da arborização com estacionamento, mas atendendo à segurança da árvore, enquanto na rua 33 se chegou a um desenho em que se elimina o estacionamento informal e se cria uma faixa verde para a arborização.

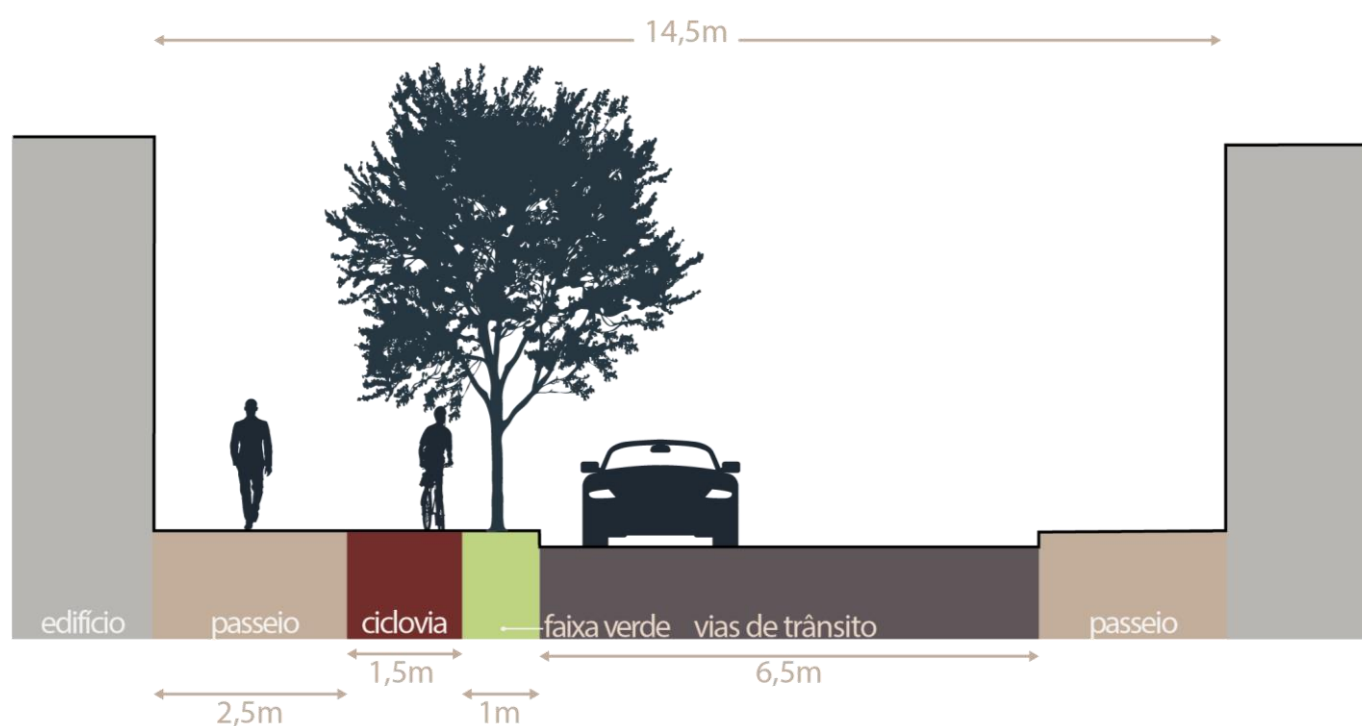
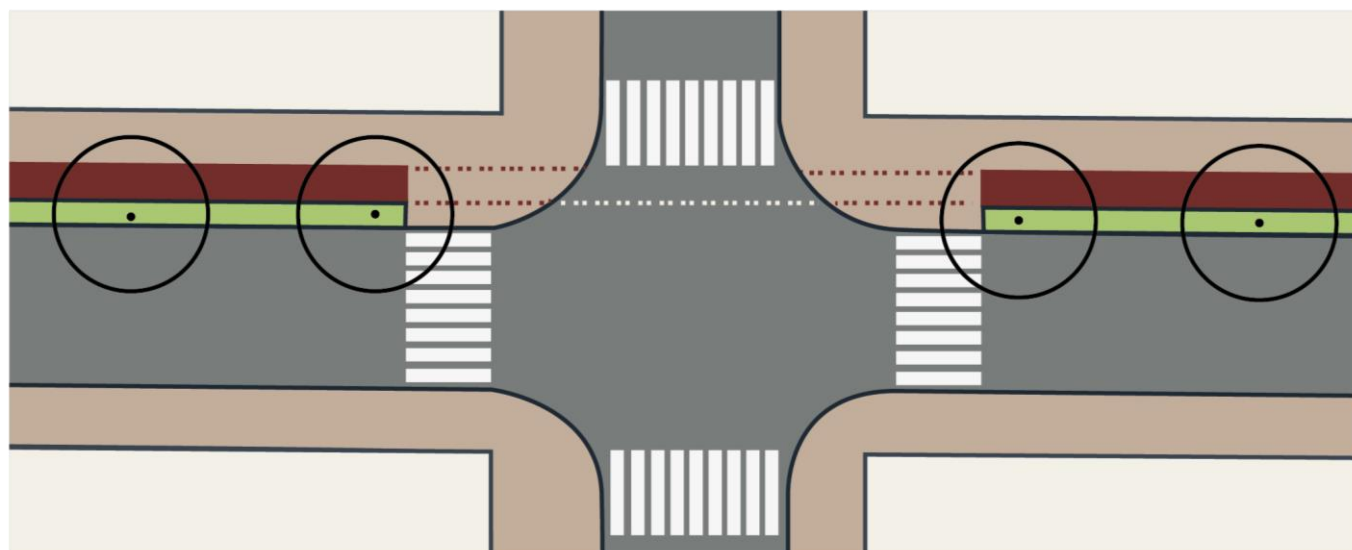


Figura 12 - Perfil tipo proposto para a rua 33 (fonte elaboração própria)

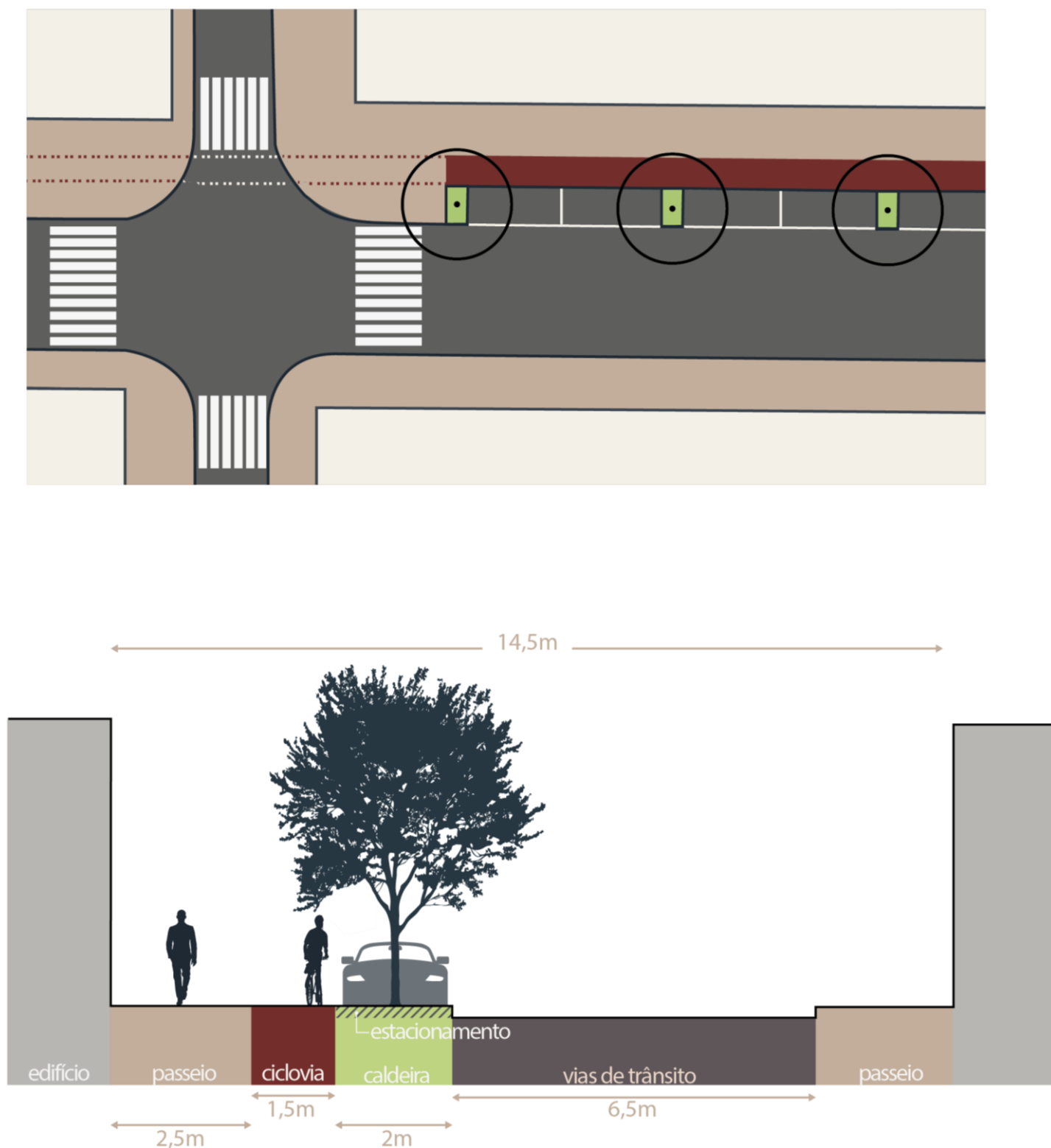


Figura 13 - Perfil tipo proposto para a rua 20 (fonte elaboração própria)

5. Considerações finais

Se queremos planear cidades para o futuro devemos investir no correto planeamento da Floresta Urbana. É claro que o grande componente da Floresta Urbana é a arborização, mas se se procura planear com eficácia não se deve menosprezar a relação das árvores com os cidadãos.

Nas cidades portuguesas ainda se encontra uma relação tensa entre a população em geral com a arborização, pois a árvore urbana é associada a problemas no espaço público, o que leva à crença em podas severas. Então, a reeducação da população deve ser uma ação prioritária e sem dúvida que o sucesso de qualquer Plano de Arborização reside nos cidadãos. Cabe então a cada município trabalhar neste sentido, de forma a incluir os munícipes no máximo de novas ações de alteração da cidade, pois não se faz cidade sem pessoas.

À semelhança de outras cidades portuguesas, Espinho tem uma relação complicada com o seu arvoredor urbano e espaços públicos em geral. É óbvia a necessidade de intervenção nestes campos e, mais do que isso, a importância de profissionais aptos para o planeamento urbano. Espinho não necessita apenas de um Plano de Arborização, pois o problema é muito mais profundo. Mas sem dúvida que pode ser um instrumento pioneiro que pode levar à melhoria da qualidade de vida urbana, à valorização do espaço público e à definição de planos de ação mais profunda.

Face à dificuldade de estruturação e elaboração de um Plano de Arborização, a metodologia proposta neste trabalho procura sistematizar de forma concisa e clara aquilo que deve ser abordado na elaboração de um Plano de Arborização. Ainda há um longo caminho a percorrer na elaboração destes planos em Portugal e, com certeza, este poderá ser um trabalho de extrema utilidade para o Planeamento da Floresta Urbana em Portugal, a mais não seja que fique como um registo da experiência de uma profissional de arquitetura paisagista no ramo da Floresta Urbana.

6. Referências

Araújo, M.A., Gomes, A.; Chaminé, H.I., Fonseca, P.E., Gama Pereira, L.C. e Pinto de Jesus, A. (2003). Geomorfologia e geologia regional do sector de Porto-Espinho (W de Portugal): implicações morfoestruturais na cobertura sedimentar cenozóica. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe, Coruña*, vol. 28, pp. 79-105.

Bodnaruk, E., Kroll, C., Yang, Y., Hirabayashi, S., Nowak, D. and Endreny, T. (2016). Where to plant urban trees? A spatially explicit methodology to explore ecosystem service tradeoffs.

Carlisle, S., Pevzner, N., & Piana, M. (2014). Introduction: Building the Urban Forest. Scenario 04: Building The Urban Forest, 04. Disponível em: <http://scenariojournal.com/journal/issue-4/>

Castro, M. (2015). Levantamento e Caracterização da Arborização Urbana da Cidade de Chaves. Mestre. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Cities Alive. (2014). 1ª ed. [ebook] ARUP. Disponível em: http://www.arup.com/cities_alive/rethinking_green_infrastructure [Consultado em 3 Jan. 2017].

City of Peterborough. (2011). Urban Forest Strategic Plan

City of Seattle. (2012). Urban Forest Management Plan.

Chanes, R. (1969). Deodendron. 1ª ed. Editorial Blume, Barcelona, Espanha.

Chung, K., & Misharina, A. (2014). Paradoxes of Archetypes: The Urban and the Forest. Scenario 04: Building The Urban Forest, 04. Disponível em <http://scenariojournal.com/journal/issue-4/>

Clark, J. & Matheny, N. (1997). A Model of Urban Forest Sustainability. Journal of Arboriculture 23(1), pp.17-30

CMC. (2015). Relatório do Plano Diretor Municipal, junho de 2015, Revisão do Plano Diretor Municipal de Cascais

CME (2015) *Relatório do Plano*, julho 2015, Revisão do Plano Diretor Municipal de Espinho, Câmara Municipal de Espinho

Costa, L. R., Ribeiro, L. P., & Andresen, T. (2013). Metro do Porto: O Crescimento e a Instalação das Árvores no Espaço Urbano. Silva Lusitana, 21(Especial), 57-76.

d'Ecologia, C., Rull, C., Guitart, J., i Biodiversitat, D. D. E. V., París, A., Bayo, L., & Martí Carral, I. (2017). Árboles para vivir: Plan director del arbolado de Barcelona: 2017-2037.

Farinha-Marques, P., Fernandes, C., Lameiras, J.M., Leal, I., Silva, S., Guilherme, F. (2014) Morfologia e Biodiversidade nos Espaços Verdes da Cidade do Porto. Caderno 1 - Seleção das áreas de estudo, CIBIO-UP, Porto. 2ª edição revista e aumentada. ISBN 978-989-98732-2-3

Farinha-Marques, P., Fernandes, C., Guilherme, F., Lameiras, J.M., Alves, P., Bunce, R. (2015). Morphology & Biodiversity in the Urban Green Spaces of the City of Porto. Book II - Habitat Mapping and Characterization. Vairão: CIBIO, UP. ISBN 978-989-98732-4-7

FAO. 2016. Guidelines on urban and peri-urban forestry by F. Salbitano, S. Borelli, M. Conigliaro and Y. Chen. FAO Forestry Paper, N 178. Rome, Food and agriculture Organization of United Nations. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/a-i6210e.pdf>

Ferreira, A. (2013). Vegetação adaptada à proximidade do Mar no Litoral Português. Mestre. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Forrest M, Konijnendijk CC, Randrup TB (eds) (1999) COST Action E12 — research and development in urban forestry in Europe. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

Isa-arbor.com. (2017). International Society of Arboriculture. [online]. Disponível em: <http://www.isa-arbor.com/education/onlineResources/treeOrdinanceGuidelines.aspx> [Consultado em 23 de abril de 2017].

Kenney, W., van Wassenae, P., & Satel, A. (2011). Criteria and indicators for Strategic Urban Forest Planning and Management. Arboriculture & Urban Forestry, 37(3), 108-117.

Konijnendijk, C., Ricard, R., Kenney, A. and Randrup, T. (2006). Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe. Urban Forestry & Urban Greening, 4(3-4), pp.93-103.

Konijnendijk, C., Schipperijn, J. and Nilsson, K. (2005). Urban forests and trees. 1ª ed. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

- Lufinha Andrade e Silva, M. (2015). Planeamento, Gestão e Manutenção da Floresta Urbana. Mestre. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., Berry, P., ... & Paracchini, M. L. (2013). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action, 5, 1-58.
- Madureira, H. (2012). A Infra-Estrutura Verde da Bacia do Leça. Afrontamento
- McPherson, E., Scott, K. and Simpson, J. (1998). Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California, using existing models. *Atmospheric Environment*, 32(1), pp.75-84.
- Miller, R. (1988). *Urban forestry*. 1ª ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Mota, M. (2012). A arborização como elemento valorizador dos eixos viários Urbanos. Mestre. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Mullaney, J., Lucke, T., & Trueman, S. J. (2015). A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 134, 157-166.
- Naves, F., Pujol, J., Argimon, X., & Sampere, L. (1996). *Arbol - En Jardineria y Paisajismo*.
- Noe, S.M., Peñuelas, J. & Niinemets, U. (2007). Monoterpene emissions from ornamental trees in urban areas: a case study of Barcelona, Spain. *Plant Biology*.
- Nowak, David J. 2000. Tree species selection, design, and management to improve air quality. ASLA annual meeting proceedings. Washington, DC: American Society of Landscape Architects. 2000.
- Nowak, D., Kuroda, M. and Crane, D. (2004). Tree mortality rates and tree population projections in Baltimore, Maryland, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, [online] 2(3), pp.139-147. Disponível em: http://ac.els-cdn.com/S1618866704700308/1-s2.0-S1618866704700308-main.pdf?_tid=aaa6fbba-dd74-11e6-bf24-00000aacb35d&acdnat=1484740563_a48cd3f4b8c59661ee860d47d14de04b [Consultado em 11 Jan. 2017].
- Owen, S., Boissard, C. & Hewitt, C. (2001). Volatile organic compounds (VOCs) emitted from 40 Mediterranean plant species: VOC speciation and extrapolation to habitat scale. *Atmospheric Environment* 35. Elsevier. Pp. 5393-5409
- Pataki, D., Carreiro, M., Cherrier, J., Grulke, N., Jennings, V., Pincetl, S., Pouyat, R., Whitlow, T. and Zipperer, W. (2011). Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, [online] 9(1), pp.27-36. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/090220/epdf> [Consultado em 28 Dec. 2016].
- Piana, M., & Troxel, B. (2014). Beyond Planting: An Urban Forestry Primer. Scenario 04: Building The Urban Forest, 04 Disponível em: <http://scenariojournal.com/journal/issue-4/>
- Porto Alegre, Secretaria Municipal do Meio Ambiente (2007). *Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre*. Porto Alegre.
- Roman, L. (2014). How many trees are enough? Tree Death and the Urban Canopy. Scenario 04: Building The Urban Forest, 04. Disponível em <http://scenariojournal.com/journal/issue-4/>
- Sæbø, A., Benediktz, T., & Randrup, T. (2003). Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2(2), 101-114. <http://dx.doi.org/10.1078/1618-8667-00027>
- San Francisco. (2014) Urban Forest Plan.

Soares de Carvalho, G. (1995). A história geológica da zona costeira de Espinho nos últimos 30 000 anos. Actas 1º Encontro de História Local, Câmara Municipal de Espinho, p.155-168

Soares, A. (2006). O valor das árvores - árvores e floresta urbana de Lisboa. Doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia.

Steenberg, J., Duinker, P., & Charles, J. (2013). The neighbourhood approach to urban forest management: The case of Halifax, Canada. *Landscape And Urban Planning*, 117, 135-144.

UN (United Nations). 2014. World urbanization prospects: the 2014 revision. New York, NY: UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

Windhager, S., Steiner, F., Simmons, M. T., & Heymann, D. (2010). Toward ecosystem services as a basis for design. *Landscape Journal*, 29(2), 107-123.

Anexos

Anexo 1 – Levantamento fotográfico do estado da arborização da freguesia de Espinho

Anexo 2 – Ficha de levantamento de campo

Anexo 3 – Tabelas do Método C&I traduzidas

Anexo 4 – Situação atual da Floresta Urbana de Espinho

Anexo 5 – Estrutura Verde Urbana: definição de tipologias de espaços

Anexo 6 – Carta de Arborização Existente

Anexo 7 – Mapa de vias

Anexo 8 – Espécies existentes de arruamento em Espinho

Anexo 9 – Espécies sugeridas para a freguesia de Espinho

Anexo 10 – Levantamento “rua a rua”

Anexo 11 – Levantamento “árvore a árvore”

Anexo 12 – Outros trabalhos desenvolvidos no estágio