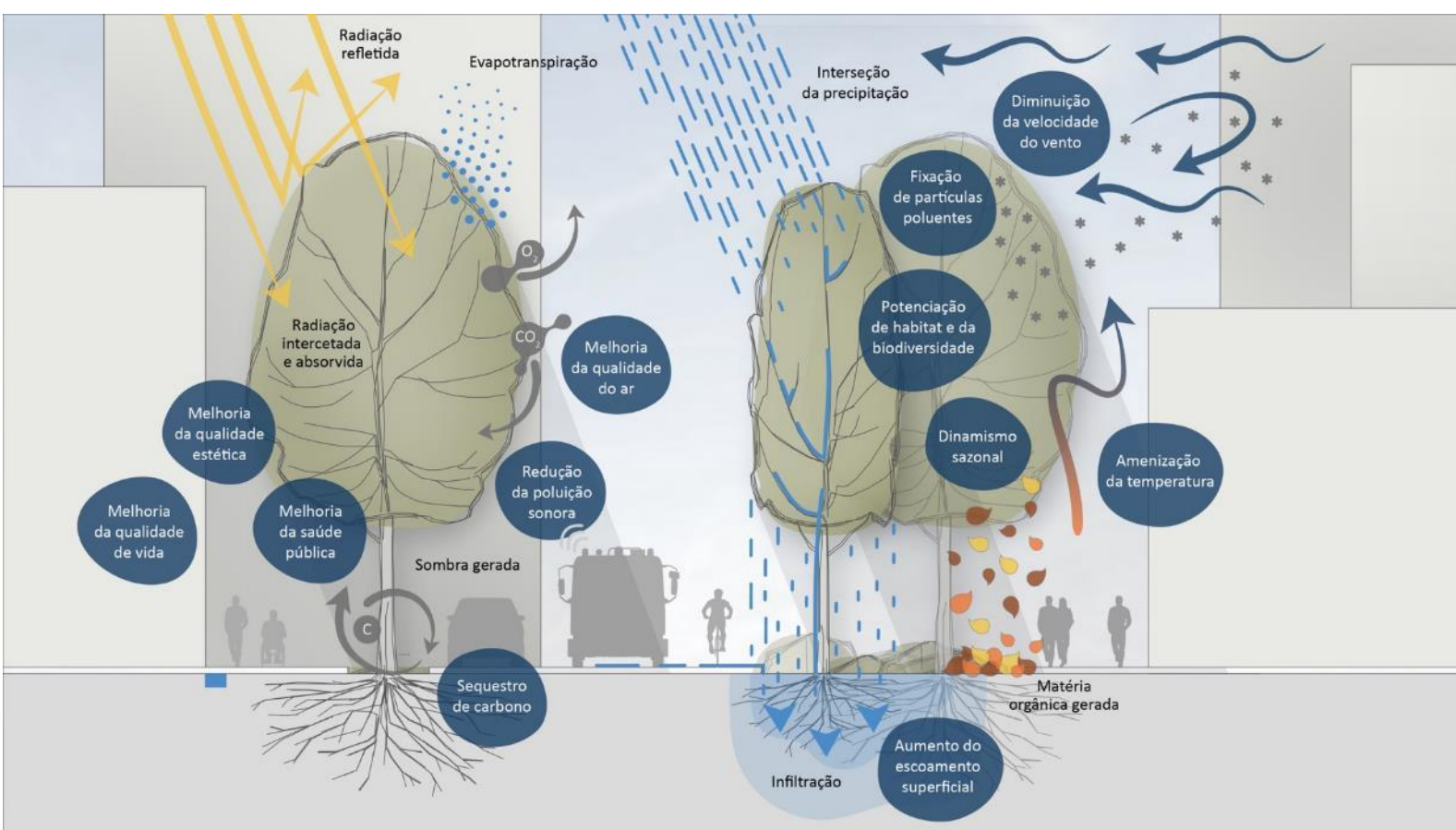


PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO

Plano

Março 2022



FICHA TÉCNICA

Equipa Arquitetura Paisagista

Paulo Farinha Marques (coordenação)

Filipa Guilherme

Cláudia Fernandes

José Miguel Lameiras

Manuel Gentil Rebelo

Rita Araújo

Francisca Aguiar Pinto

João Santiago

Nuno Valentim



ASSOCIAÇÃO BIOPOLIS - CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E RECURSOS GENÉTICOS (CIBIO-INBIO)



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FCUP)



FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FAUP)

Equipa Bioclimatologia Urbana

Ana Monteiro

Helena Madureira

Maysa Valença



CENTRO DE ESTUDOS DE GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO (CEGOT)



FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FLUP)

ISBN: 978-989-35015-6-6

Março, 2022

Relatório apresentado no âmbito de prestação de serviços à Câmara Municipal do Porto,
Departamento de Planeamento e Gestão Ambiental.

Índice

1. Introdução	1
2. A arborização das ruas das cidades	3
2.1. Conceitos, origem e evolução	3
2.2. Estratégias atuais de arborização das ruas nas cidades	4
2.3. Enquadramento da arborização das ruas da cidade do Porto	7
3. Relação da árvore com a rua	9
3.1. Árvores de arruamento.....	9
3.1.1. Árvores de copa estreita	13
3.1.2. Árvores de copa média-estreita.....	15
3.1.3. Árvores de copa média-larga	17
3.1.4. Árvores de copa larga	19
3.1.5. Árvores de copa muito larga	21
3.2. Espacialização da arborização de arruamento.....	23
4. A rede de arborização das ruas do Porto.....	25
4.1. Arborização existente	26
4.2. Estrutura Ecológica Municipal: rede de conexão.....	29
4.3. Mobilidade suave: rede pedonal e rede de ciclovias	30
4.4. Canais rodoviários: rede de serviço municipal.....	31
4.5. Rede prioritária de arborização	32
5. Modelos e exemplos de arborização de arruamento	36
5.1. Introdução aos modelos	36
5.2. Modelos para ruas estreitas	40
5.2.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua estreita.....	42
5.3. Modelos para ruas médias.....	46
5.3.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua média.....	52

5.4. Modelos para ruas largas.....	56
5.4.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua larga.....	64
5.5. Modelos para ruas muito largas	68
5.5.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua muito largas	88
5.6. Modelos de exceção	93
5.6.1. Exemplo de aplicação e visualização de um modelo de exceção.....	97
6. Conclusão e recomendações	98
7. Referências	101
8. Anexos	104
8.1. Espécies e cultivares existentes inadequadas para arruamentos	105
8.2. Estudo das oportunidades de arborização de acordo com o espaço disponível nas ruas	107
Índice de figuras.....	iii
Índice de tabelas.....	vii

Índice de figuras

Figura 1.1 – Ruas do Porto (objeto de estudo inicial).	1
Figura 1.2 – Ruas arborizáveis do Porto (foco do plano).	2
Figura 3.1 – Representação esquemática de uma árvore de arruamento e seus atributos espaciais (em perfil e em planta).....	9
Figura 3.2 – a) Representação equívoca do sistema radicular de uma árvore; b) representação mais precisa do sistema radicular de uma árvore (retirado de Dobson, 1995).	11
Figura 3.3 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa estreita.	14
Figura 3.4 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa média-estreita.	16
Figura 3.5 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa média-larga.	18
Figura 3.6 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa larga.....	20
Figura 3.7 – Parâmetros espaciais associados às árvores muito largas.	22
Figura 3.8 – A) e B) alinhamentos singulares; C) alinhamento duplo desfasado; D) alinhamento duplo emparelhado; E) alinhamentos laterais desfasados; F) alinhamentos laterais emparelhados.	24
Figura 4.1 – Rede de ruas arborizáveis da cidade do Porto.....	25
Figura 4.2 – Ruas arborizáveis classificadas de acordo com a situação existente da sua arborização.	27
Figura 4.3 – Ruas existentes que integram a rede de conexão da Estrutura Ecológica Municipal.....	29
Figura 4.4 – Ruas existentes que integram a rede de mobilidade suave, e a sua articulação com as Zonas XXI e área classificada com predominância pedonal (PDM, 2020).	31
Figura 4.5 – Ruas existentes que integram a rede de canais rodoviários de serviço municipal.....	32
Figura 4.6 – Árvore de decisão para a classificação das ruas médias, largas e muito largas de acordo com a sua prioridade de intervenção na arborização.	33
Figura 4.7 – Árvore de decisão para a classificação das ruas estreitas de acordo com a sua prioridade de intervenção na arborização.	34
Figura 4.8 – Rede prioritária de arborização, organizada de acordo com os critérios anteriormente descritos.	34
Figura 5.1 – Ruas arborizáveis organizadas segundo a sua largura.....	36
Figura 5.2 – Representação geral de um modelo de arborização, salientando os principais componentes e suas dimensões..	39
Figura 5.3 – Representação do modelo 1, em corte e em planta.	40
Figura 5.4 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 10,40m, com alinhamento unilateral de árvores de copa estreita, do tipo bordo de copa estreita (<i>Acer campestre</i> ‘William Caldwell’), liquidâmbar de copa estreita (<i>Liquidambar styraciflua</i> ‘Slender Silhouette’) ou bétula de copa estreita (<i>Betula pendula</i> ‘Obelisk’).	42
Figura 5.5 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (<i>Ginkgo biloba</i> ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (<i>Fagus sylvatica</i> ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (<i>Sorbus aucuparia</i> ‘Sheerwater Seedling’).	43
Figura 5.6 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (<i>Ginkgo biloba</i> ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (<i>Fagus sylvatica</i> ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (<i>Sorbus aucuparia</i> ‘Sheerwater Seedling’): vista de topo (visualização realista).	44

Figura 5.7 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (<i>Ginkgo biloba</i> ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (<i>Fagus sylvatica</i> ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (<i>Sorbus aucuparia</i> ‘Sheerwater Seedling’): vista ao centro da rua (visualização realista).	44
Figura 5.8 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (<i>Ginkgo biloba</i> ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (<i>Fagus sylvatica</i> ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (<i>Sorbus aucuparia</i> ‘Sheerwater Seedling’): vista lateral esquerda (visualização realista).	45
Figura 5.9 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (<i>Ginkgo biloba</i> ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (<i>Fagus sylvatica</i> ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (<i>Sorbus aucuparia</i> ‘Sheerwater Seedling’): vista lateral direita (visualização realista).	45
Figura 5.10 – Representação do modelo 2, em corte e em planta.	46
Figura 5.11 – Representação do modelo 3, em corte e em planta.	48
Figura 5.12 – Representação do modelo 4, em corte e em planta.	50
Figura 5.13 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo bordo-vermelho de copa estreita (<i>Acer rubrum</i> ‘Karpick’), bétula de copa estreita (<i>Betula pendula</i> ‘Fastigiata’) ou pereira-de-flor (<i>Pyrus calleryana</i> ‘Chanticleer’).	52
Figura 5.14 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (<i>Quercus robur</i> ‘Fastigiata’), liquidâmbar de copa estreita (<i>Liquidambar styraciflua</i> ‘Fastigiata’) ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (<i>Aesculus hippocastanum</i> ‘Fastigiata’).	53
Figura 5.15 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (<i>Quercus robur</i> ‘Fastigiata’), liquidâmbar de copa estreita (<i>Liquidambar styraciflua</i> ‘Fastigiata’) ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (<i>Aesculus hippocastanum</i> ‘Fastigiata’): vista de topo (visualização realista).	54
Figura 5.16 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (<i>Quercus robur</i> ‘Fastigiata’), liquidâmbar de copa estreita (<i>Liquidambar styraciflua</i> ‘Fastigiata’) ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (<i>Aesculus hippocastanum</i> ‘Fastigiata’): vista ao centro da rua (visualização realista).	54
Figura 5.17 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (<i>Quercus robur</i> ‘Fastigiata’), liquidâmbar de copa estreita (<i>Liquidambar styraciflua</i> ‘Fastigiata’) ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (<i>Aesculus hippocastanum</i> ‘Fastigiata’): vista lateral esquerda (visualização realista).	55
Figura 5.18 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (<i>Quercus robur</i> ‘Fastigiata’), liquidâmbar de copa estreita (<i>Liquidambar styraciflua</i> ‘Fastigiata’) ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (<i>Aesculus hippocastanum</i> ‘Fastigiata’): vista lateral direita (visualização realista).	55
Figura 5.19 – Representação do modelo 5, em corte e em planta.	56
Figura 5.20 – Representação do modelo 6, em corte e em planta.	58
Figura 5.21 – Representação do modelo 7, em corte e em planta.	60
Figura 5.22 – Representação do modelo 8, em corte e em planta.	62
Figura 5.23 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo ulmeiro (<i>Ulmus hollandica</i> ‘Lobel’) ou bordo (<i>Acer campestre</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> ‘Erectum’).	64
Figura 5.24 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (<i>Prunus avium</i>), amieiro (<i>Alnus glutinosa</i>) ou bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtibérica</i>).	65

Figura 5.25 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (<i>Prunus avium</i>), amieiro (<i>Alnus glutinosa</i>) ou bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>): vista de topo (visualização realista).....	66
Figura 5.26 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (<i>Prunus avium</i>), amieiro (<i>Alnus glutinosa</i>) ou bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>): vista ao centro da rua (visualização realista).....	66
Figura 5.27 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (<i>Prunus avium</i>), amieiro (<i>Alnus glutinosa</i>) ou bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>): vista lateral esquerda (visualização realista).....	67
Figura 5.28 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (<i>Prunus avium</i>), amieiro (<i>Alnus glutinosa</i>) ou bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>): vista lateral direita (visualização realista).....	67
Figura 5.29 – Representação do modelo 9, em corte e em planta.....	68
Figura 5.30 – Representação do modelo 10, em corte e em planta.....	70
Figura 5.31 – Representação do modelo 11, em corte e em planta.....	72
Figura 5.32 – Representação do modelo 12, em corte e em planta.....	74
Figura 5.33 – Representação do modelo 13, em corte e em planta.....	76
Figura 5.34 – Representação do modelo 14, em corte e em planta.....	78
Figura 5.35 – Representação do modelo 15, em corte e em planta.....	80
Figura 5.36 – Representação do modelo 16, em corte e em planta.....	82
Figura 5.37 – Representação do modelo 17, em corte e em planta.....	84
Figura 5.38 – Representação do modelo 18, em corte e em planta.....	86
Figura 5.39 – Exemplo de aplicação do modelo 9 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de árvores de copa muito larga, do tipo plátano-híbrido (<i>Platanus x acerifolia</i>), plátano-oriental (<i>Platanus orientalis</i>), álamo-branco (<i>Populus alba</i> ‘Nivea’), lóvão (<i>Celtis australis</i>), pinheiro-manso (<i>Pinus pinea</i>) ou cedro-do-Líbano (<i>Cedrus libani</i>).....	88
Figura 5.40 – Exemplo de aplicação do modelo 10 numa rua com 32,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa larga, do tipo carvalho (<i>Quercus coccinea</i> , <i>Quercus palustris</i>) ou freixo (<i>Fraxinus angustifolia</i> ‘Raywood’).....	89
Figura 5.41 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (<i>Tilia platyphyllos</i> ‘Fastigiata’), carvalho (<i>Quercus coccinea</i>) ou freixo (<i>Fraxinus angustifolia</i>), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (<i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Fastigiatum’), bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>) ou ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>).....	90
Figura 5.42 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (<i>Tilia platyphyllos</i> ‘Fastigiata’), carvalho (<i>Quercus coccinea</i>) ou freixo (<i>Fraxinus angustifolia</i>), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (<i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Fastigiatum’), bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>) ou ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>): vista de topo (visualização realista).....	91
Figura 5.43 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (<i>Tilia platyphyllos</i> ‘Fastigiata’), carvalho (<i>Quercus coccinea</i>) ou freixo (<i>Fraxinus angustifolia</i>), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (<i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Fastigiatum’), bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>) ou ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>): vista ao centro da rua (visualização realista).....	91
Figura 5.44 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (<i>Tilia platyphyllos</i> ‘Fastigiata’), carvalho (<i>Quercus coccinea</i>) ou freixo (<i>Fraxinus angustifolia</i>), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (<i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Fastigiatum’), bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtica</i>) ou ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>): vista lateral esquerda (visualização realista).....	92

Figura 5.45 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (<i>Tilia platyphyllos</i> ‘Fastigiata’), carvalho (<i>Quercus coccinea</i>) ou freixo (<i>Fraxinus angustifolia</i>), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (<i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Fastigiatum’), bétula (<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtibérica</i>) ou ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>): vista lateral direita (visualização realista).	92
Figura 5.46 – Representação dos modelos de exceção A, B, C e D, em planta.	95
Figura 5.47 – Representação dos modelos de exceção E e F, em planta.....	96
Figura 5.48 – Exemplo de aplicação do modelo de exceção B numa rua com 12,90m, com arborização pontual de árvores de copa média-estreita, do tipo freixo de copa estreita (<i>Fraxinus ornus</i> ‘Obelisk’), numa situação de recuo das fachadas, a complementar um alinhamento unilateral de árvores de copa estreita.	97

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Síntese dos documentos analisados sobre estratégias de arborização.....	5
Tabela 3.1 – Exemplos de árvores de copa estreita (copa inferior a 4m).....	13
Tabela 3.2 – Exemplos de árvores de copa média-estreita (copa igual ou superior a 4m e inferior a 6m).....	15
Tabela 3.3 – Exemplos de árvores de copa média-larga (copa igual ou superior a 6m e inferior a 8m).....	17
Tabela 3.4 – Exemplos de árvores de copa larga (copa igual ou superior a 8m e inferior a 12m).....	19
Tabela 3.5 – Exemplos de árvores de copa muito larga (copa igual ou superior a 12m).....	21
Tabela 4.1 – Síntese da adequação da combinação da largura da copa, tipo de alinhamento e largura da rua (derivada do estudo apresentado no subcapítulo 3.2 e Anexo 8.2).....	28
Tabela 5.1 – Apresentação dos modelos de arborização, organizados de acordo com a largura de rua recomendada para a sua aplicação.....	37
Tabela 5.2 – Especificações do modelo 1.....	41
Tabela 5.3 – Especificações do modelo 2.....	47
Tabela 5.4 – Especificações do modelo 3.....	49
Tabela 5.5 – Especificações do modelo 4.....	51
Tabela 5.6 – Especificações do modelo 5.....	57
Tabela 5.7 – Especificações do modelo 6.....	59
Tabela 5.8 – Especificações do modelo 7.....	61
Tabela 5.9 – Especificações do modelo 8.....	63
Tabela 5.10 – Especificações do modelo 9.....	69
Tabela 5.11 – Especificações do modelo 10.....	71
Tabela 5.12 – Especificações do modelo 11.....	73
Tabela 5.13 – Especificações do modelo 12.....	75
Tabela 5.14 – Especificações do modelo 13.....	77
Tabela 5.15 – Especificações do modelo 14.....	79
Tabela 5.16 – Especificações do modelo 15.....	81
Tabela 5.17 – Especificações do modelo 16.....	83
Tabela 5.18 – Especificações do modelo 17.....	85
Tabela 5.19 – Especificações do modelo 18.....	87
Tabela 5.20 – Especificações dos modelos de exceção A, B, C e D (Figura 5.46).....	93
Tabela 8.1 – Lista de espécies e cultivares, existentes nas ruas do Porto, consideradas como inadequadas para árvore de arruamento (ver subcapítulo 3.1).....	105

Tabela 8.2 – Estudo simplificado de diversas possibilidades de combinação de diferentes árvores e em diferentes posicionamentos, e a largura mínima da rua que permite acolher cada combinação (em todos os cálculos foi garantido a dimensão mínima dos corredores para os fluxos essenciais, o afastamento entre a copa e o limite da rua, e uma sobreposição entre copas sempre inferior a 1/3 do raio da copa; foram apenas considerados alinhamentos emparelhados).....107

1. Introdução

O Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (CIBIO) propôs-se a realizar uma reflexão propositiva sobre a arborização de ruas, avenidas, e outros espaços-canal da cidade do Porto, sobre a forma de prestação de serviços à Câmara Municipal do Porto. Este trabalho irá desenvolver-se em três fases:

- Fase 1: Caracterização e diagnóstico da situação existente;
- Fase 2: Plano;
- Fase 3: Protótipos de intervenção - ruas, espaços e espécies.

Na segunda fase do trabalho surge a intenção de fornecer orientações de modo a produzir um **plano de arborização** para os próximos 30 anos que, para esse intervalo de tempo, otimize a presença de árvores no espaço público das ruas, em boa articulação com as funções e atividades que aí preferencialmente ocorrem. Assim, nesta segunda fase, pretende-se:

1. Potenciar a situação existente para qualificar a arborização das ruas da cidade do Porto;
2. Definir uma **rede prioritária** de arborização para as ruas da cidade;
3. Conceber **modelos de arborização** de arruamento que respondam às necessidades encontradas.

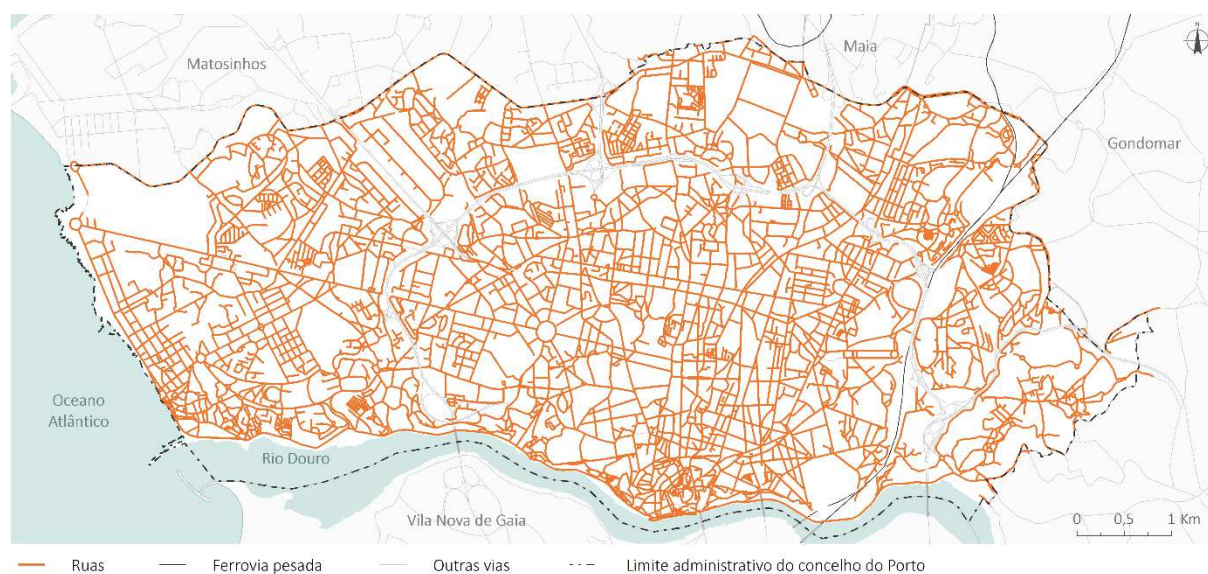


Figura 1.1 – Ruas do Porto (objeto de estudo inicial).

Como foi identificado no primeiro relatório “Plano de arborização da cidade do Porto. Caracterização e diagnóstico da situação existente” (Relatório 1, 2021), o objeto de estudo primordial corresponde às ruas existentes à data presente (Figura 1.1). As ruas podem ser definidas como as vias ou espaços-canal com propósito multifuncional, que no mínimo permitem o trânsito pedonal e garantem o acesso direto a outros espaços públicos e a propriedades confinantes; excluem-se, portanto, os canais rodoviários da rede de serviço nacional (auto-estradas, itinerários principais, itinerários complementares e estradas nacionais), os canais de ligação internível e as ferrovias pesadas (Relatório

1, 2021; CMP, 2020b). Devido à sua relevância nos atuais instrumentos de planeamento da cidade, a Estrada da Circunvalação foi acrescentada, na presente fase, ao objeto de estudo inicial.

Na sequência do trabalho desenvolvido na fase anterior, o foco do presente plano passará a ser o conjunto das **ruas arborizáveis** do Porto (Figura 1.2). Estas consistem nas ruas que possuem potencial de arborização, isto é, apresentam uma compatibilidade entre a dimensão dos elementos arbóreos e as dimensões exigidas pelas funções vitais para uma vivência segura e sustentável da rua (circulação pedonal e de veículo de emergência e resgate); também foi considerado neste âmbito uma minimização do conflito entre as copas das árvores, os limites de propriedades e o edificado, sobretudo para o intervalo de tempo de 20 a 30 anos (Relatório 1, 2021).



Figura 1.2 – Ruas arborizáveis do Porto (foco do plano).

Com base nestas ruas arborizáveis, será definida uma **rede prioritária de arborização**, em que se destacam aquelas com maior premência de intervenção, inferida a partir do seu estado atual, assim como da sua ligação a redes de importância socio-ecológica à escala da cidade.

Finalmente, são formulados diversos **modelos de arborização** aplicáveis à generalidade das ruas do Porto, dependendo da sua largura. Estes modelos propõem uma articulação otimizada entre a largura da rua e a largura e posicionamento da árvore, enquanto garantem o cumprimento das múltiplas funções deste espaço público.

2. A arborização das ruas das cidades

2.1. Conceitos, origem e evolução

Na cultura ocidental, existe uma referência notável a percursos arborizados associados à academia de Atenas, em que as “aulas” eram dadas em movimento sob a sombra de árvores, provavelmente plátanos-orientais (Jellicoe & Jellicoe, 1995; Soccio, 2015; Hobhouse, 2020). Existem registos de árvores em espaços públicos na antiguidade grega e romana, especialmente associadas a templos e outros locais importantes. Contudo, a destruição dos templos pagãos após a queda do império romano, parece ter conduzido também ao desaparecimento da arborização do espaço público das cidades europeias ocidentais (Lawrence, 2006).

A primeira plantação sistematizada de árvores no espaço público das cidades ocidentais usa um conceito dos jardins, designado por *álea*, que constitui um duplo alinhamento de árvores (Lawrence, 2006). A arborização das ruas das cidades teve motivações de natureza política, recreativa, estética e de salubridade. Ao longo da história e em vários locais das civilizações ocidentais, surgem diversos tipos de espaços lineares (vias) enriquecidos com alinhamentos de árvores, podendo estar relacionados com vistas panorâmicas ou conjuntos paisagísticos de especial interesse como rios, mar, lagos, jardins ou parques.

As plantações de alinhamentos de árvores em espaço público passam a ser registadas no final do século XVI, sobretudo com os exemplos de Itália, Flandres, e Península Ibérica. Referências a estas realizações são atribuídas às cidades de Lucca e Antuérpia que iniciam a tendência de instalar percursos arborizados em espaços adjacentes às muralhas das cidades. Já em Sevilha, em 1583, é referida a existência de percursos arborizados sobre a designação de *paseo con alamos* ou *alameda*, um passeio público com alinhamentos de choupos (*Populus* sp.; Girouard, 1985). Em 1611, na cidade do Porto, Filipe II ordenou a plantação da Alameda do Olival, situada entre a Cordoaria e o Mercado do Anjo, incorporando também aqui o conceito de *passeio público*; esta era constituída por alinhamentos de negrilhos (*Ulmus* sp.) sob os quais havia bancos de pedra lavrada (Andresen & Marques, 2001).

Estas intervenções começam a ganhar corpo e sofisticação, constituindo espaços próprios, como o exemplo do *Cours la Reine*, intervenção parisiense de 1616, onde percursos retilíneos formados por alinhamentos de ulmeiros (*Ulmus* sp.) se manifestam, com cerca de 1500 metros de extensão (Girouard, 1985; Forrest e Konijnendijk, 2005; Lawrence, 2006). Mais tarde, no final do século XVII, ocorre a criação de outro percurso arborizado no âmbito da modernização da muralha nordeste de Paris, junto à *Porte Saint Antoine*, designado por *Cours Saint Antoine*, constituindo um dos maiores de França. Este percurso continua a inspiração de Lucca e Antuérpia, que liga estes espaços às muralhas, relacionando-os com um tipo de estrutura defensiva, designada *boulevard*. Mais tarde, este termo terá evoluído para *boulevard*, afastando-se da sua origem militar e passando a ser globalmente utilizado para referir via urbana larga e arborizada, na maior parte das cidades do mundo. Os *boulevards* passam a constituir um dos elementos mais significativos da renovação urbana de Paris feita por Georges-Eugène Haussmann e Jean-Charles Alphand, a partir da segunda metade do século XIX (Girouard, 1985). Os novos *boulevards* de Paris constituem ruas de grandes dimensões e com grande regularidade altimétrica e planimétrica; são orlados por alinhamentos de árvores, inspirados nos

traçados de André Le Nôtre para os jardins de Versailles e de Tulherias (Benevolo, 1978; Jellicoe & Jellicoe, 1995). Este modelo de cidade vem a ter uma influência muito significativa em todo o mundo.

Noutras cidades europeias também se verifica esta tendência de usar os espaços associados a muralhas para a instalação de vias arborizadas, como é o caso de Barcelona, com *Las Ramblas*, arborizadas a partir de 1704 (Ajuntament de Barcelona, 2009), e de Viena com o seu *Ringstrasse*, na segunda metade do século XIX (Girouard, 1985).

Também no século XIX, começam a disseminar-se vários tipos de percursos, ou vias, arborizados, pela cidade do Porto, em locais estrategicamente escolhidos sob o ponto de vista cénico, onde eram plantados alinhamentos de árvores com bancos e geralmente vedadas com muros e gradeamentos. Pinho Leal refere, em 1874, vários espaços com estas características, alguns dos quais sobrevivem até hoje, como a Alameda do Olival (na Cordoaria), Alameda das Virtudes (Passeio das Virtudes) e Alameda das Fontainhas (Passeio das Fontainhas; Andresen & Marques, 2001). No Porto, o conceito de via larga arborizada, como parte integrante de um desenho urbano que prevê à partida a existência de árvores, é sobretudo evidente na Avenida da Boavista, Avenida dos Aliados, Avenida Marechal Gomes da Costa, Avenida dos Combatentes e Avenida da Associação Empresarial de Portugal/Avenida Sidónio Pais.

2.2. Estratégias atuais de arborização das ruas nas cidades

Atualmente, por todo o mundo, têm vindo a ser desenvolvidos estudos e planos que se focam na arborização urbana, procurando conciliá-la com a dinâmica do espaço público, com os novos desafios introduzidos pelas alterações climáticas, e com novas visões para a vida nas cidades.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram consultados múltiplos documentos, nacionais e internacionais, datados desde 2009 até 2021, que abordam a arborização em diversas cidades. Os documentos estudados revelam diferentes âmbitos, escalas, objetivos e preocupações sobre as diferentes perspetivas da arborização urbana, sendo que na sua generalidade pretendem promover a presença da árvore na cidade. A Tabela 2.1 sintetiza a principal informação recolhida nos documentos analisados.

A maioria dos documentos analisados reflete sobre o conjunto das árvores da cidade (que pode incluir árvores localizadas em domínio público ou privado); este conjunto surge com a denominação de *urban trees* (árvores urbanas) na generalidade dos documentos das cidades europeias abordadas, como por exemplo em Londres e Barcelona (TDAG, 2012; Ajuntament de Barcelona, 2017), sendo por outro lado denominado como *urban forest* (floresta urbana) nas cidades australianas (ASPECT Studios and Tree Logic, 2011; City of Sydney, 2013). No entanto, em vários destes casos, surge a preocupação em abordar a árvore de forma diferenciada, de acordo com a sua localização e contexto na cidade. Por exemplo, no manual “Planting beds in the city of Stockholm” as árvores são classificadas em duas categorias, árvores de arruamento e árvores de parques, especialmente devido às diferentes condições para o desenvolvimento da árvore nestas situações (Embrén et al., 2009). Destaca-se aqui o “Plan Director del Arbolado Viário de la Ciudad de Madrid” (Ayuntamiento de Madrid, 2018), que aborda sobretudo questões relativas à arborização de espaços-canal de domínio público, sendo o que mais se aproxima do trabalho apresentado neste plano para a cidade do Porto.

Tabela 2.1 – Síntese dos documentos analisados sobre estratégias de arborização.

Âmbito territorial	Ano	Título do documento	Objeto de estudo	Palavras-chave	Elementos apresentados	Referência
Estocolmo	2009	Planting beds in the city of Stockholm: a handbook (“Canteiros de plantação na cidade de Estocolmo: um manual”)	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos), em diferentes contextos: - Árvores em parques - Árvores de arruamento	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações climáticas • Promoção da biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas • Pormenores construtivos • Protocolo de arborização 	Embrén et al., 2009
Melbourne	2011	Urban forest diversity guidelines – tree species selection strategy for the city of Melbourne (“Orientações para a diversidade da floresta urbana – Estratégia de seleção de espécies arbóreas para a cidade de Melbourne”)	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos e privados), em diferentes contextos: - Ruas de comércio e uso misto - Ruas residenciais - Tipos de parques	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações climáticas • Promoção da biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Exemplos de arborização de arruamento • Recomendações de boas práticas • Protocolo de arborização • Modelos de arborização • Lista de espécies adequadas para arborização 	ASPECT Studios and Tree Logic, 2011
Londres	2012	Trees in the townscape: a guide for decision makers (“Árvores na cidade: um guia para a tomada de decisão”)	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos e privados)	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações Climáticas • Promoção da Biodiversidade • Relação com a população • Gestão e manutenção da árvore 	<ul style="list-style-type: none"> • Exemplos de arborização de arruamento • Recomendações de boas práticas • Pormenores construtivos • Protocolo de arborização • Lista de espécies adequadas para arborização 	TDAG, 2012
	2014	Trees in hard landscapes: a guide for delivery (“Árvores na paisagem construída: um guia de entrega”)				TDAG, 2014
Sydney	2013	Urban forest strategy (“Estratégia para a floresta urbana”)	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos e privados)	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção da biodiversidade • Gestão e manutenção da árvore 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas • Protocolo de arborização 	City of Sydney, 2013
Barcelona	2017	Trees for life: master plan for Barcelona’s trees 2017-2037 (“Árvores para a vida: plano diretor para as árvores de Barcelona 2017-2037”)	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos e privados)	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações climáticas • Promoção da biodiversidade • Gestão e manutenção da árvore 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas 	Ajuntament de Barcelona, 2017
Lisboa	2017	Regulamento municipal do arvoredado de Lisboa	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações climáticas • Promoção da biodiversidade • Gestão e manutenção da árvore 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas • Protocolo de arborização • Lista de espécies adequadas para arborização 	Aviso n.º 14465/2017
Lisboa	2018	Lisboa: o desenho da rua – Manual de espaço público	Espaço público; árvores em espaços públicos			Câmara Municipal de Lisboa, 2018
Madrid	2018	Plan director del arbolado viário de la ciudad de Madrid (“Plano diretor da arborização viária da cidade de Madrid”)	Árvores de arruamento (espaço público)	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações climáticas • Gestão de risco • Promoção de biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas • Pormenores construtivos • Modelos de arborização • Lista de espécies adequadas para arborização 	Ayuntamiento de Madrid, 2018
Lausanne	2019	Stratégie municipale pour le patrimoine arboré et forestier lausannois (“Estratégia municipal para o património arbóreo e florestal de Lausanne”)	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos e privados)	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção da biodiversidade • Relação com a população 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas 	Ville de Lausanne, 2019
Paris	2021	Service l’arbe à Paris (“Serviços de arborização de Paris”)	Todas as árvores da cidade (em espaços públicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção da biodiversidade • Gestão e manutenção da árvore 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas • Protocolo de arborização 	Ville de Paris, 2021
Baviera	2020	Leitfaden für klimaorientierte Kommunen in Bayern - Handlungsempfehlungen aus dem Projekt ‘Klimaschutz und grüne Infrastruktur in der Stadt’ am Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung. (“Orientações climáticas para municípios na Baviera - recomendações do projeto ‘Proteção climática e infraestrutura verde urbana’, centradas na natureza urbana e adaptação climática”)	Toda a vegetação (em espaços públicos e privados), em diferentes contextos: - Centro histórico - Frente edificada continua - Urbanização em bloco	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações climáticas • Promoção da biodiversidade • Eficiência energética 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações de boas práticas • Modelos de arborização 	Brasche et al. 2020

As árvores localizadas nas cidades providenciam inúmeros benefícios, nomeadamente no sentido do melhoramento do ambiente urbano e da qualidade de vida dos seus residentes; estes benefícios são frequentemente designados como serviços de ecossistema. Neste sentido, tornou-se evidente que, nos diversos documentos analisados, um dos principais objetivos para a disseminação de árvores na cidade gira em torno da promoção destes serviços de ecossistema. De entre estes serviços prestados pelas árvores, destaca-se a regulação bioclimática do ambiente urbano, um assunto cada vez mais pertinente no contexto atual das alterações climáticas. Nesta área temática, destaca-se o plano da Baviera onde a arborização urbana é referida como uma das principais ferramentas no combate e adaptação às alterações climáticas e onde se sugerem diversas intervenções de arborização desde a escala da infraestrutura verde urbana até à escala da rua (Brasche et al., 2020). Na maioria dos documentos apresentados, é frequentemente mencionado o contributo da arborização para a regulação bioclimática do ambiente urbano, especialmente no que diz respeito às temperaturas e ciclos hidrológicos, surgindo associados a recomendações de, por exemplo, aumento das áreas permeáveis (Ville de Lausanne, 2019). Nos documentos estudados, destacam-se também algumas medidas propostas no âmbito da promoção da biodiversidade, dos habitats e da conectividade ecológica. Considera-se particularmente relevante a proposta de indicadores para a monitorização da diversidade de espécies arbóreas (TADG, 2012; City of Sydney, 2013; TADG, 2014; Ayuntamiento de Madrid, 2018; Ville de Lausanne, 2019).

A decisão de plantação de árvores nas ruas deve considerar as várias oportunidades e constrangimentos que podem ocorrer na via pública, que podem ditar o seu melhor posicionamento e afetar o seu bom desenvolvimento. De um modo geral, as questões espaciais, nomeadamente a articulação da dimensão da rua com a dimensão da árvore e o seu posicionamento, são tópicos ainda muito pouco abordados. É frequentemente recomendada a manutenção das melhores condições para a árvore, em termos de, por exemplo, condições do solo, preservação das raízes e das copas, mas raramente explicadas do ponto de vista espacial. Em alguns documentos, nota-se a preocupação de recomendar arborização apenas se houver o espaço necessário para viabilizar a árvore ou de tentar garantir o espaço necessário para que a árvore se possa desenvolver (Embrén et al., 2009; Ville de Lausanne, 2019).

De entre todos os exemplos analisados, apenas o plano de Madrid e o manual de espaço público de Lisboa apresentam uma abordagem explicitamente demonstrada sobre a dimensão da árvore e como esta se pode melhor adequar a espaços de diferentes dimensões, embora ainda bastante simplificada (Ayuntamiento de Madrid, 2018; Câmara Municipal de Lisboa, 2018). No presente trabalho, parte-se de uma lógica semelhante à apresentada nestes documentos, no sentido de adequar a dimensão da árvore à dimensão do arruamento, tentando otimizar o desempenho da árvore, minimizando os conflitos com os outros elementos e funções da rua, bem como operações de poda para ajustar a árvore ao espaço existente.

Com uma perspetiva diferente, o plano da Baviera sugere também que o posicionamento da arborização na rua deve depender de vários parâmetros bioclimáticos, tendo particularmente em conta a orientação geográfica das ruas e exposição solar das fachadas (Brasche et al., 2020).

A escolha da espécie de árvore deve atender às condições climáticas, edáficas, ecológicas e espaciais de cada rua. Nos diversos documentos consultados, os fatores mais relevantes que condicionam a viabilidade das árvores em contexto de arruamento são: a resistência à seca, ao calor e ao vento, a

longevidade, a tolerância às condicionantes existentes na cidade (sombra, poluição, compactação do solo, encharcamento, etc.), a suscetibilidade e facilidade de controlo de pragas e doenças, o potencial alérgico, o tipo de sombra, a manutenção requerida (risco intrínseco de queda de ramos), arquitetura (dimensão, espinhos, tipo de copa), carácter invasor e a libertação de folhas, flores e frutos (ASPECT Studios and Tree Logic, 2011; Ayuntamiento de Madrid, 2018; Câmara Municipal de Lisboa, 2018).

2.3. Enquadramento da arborização das ruas da cidade do Porto

Nas últimas décadas, a arborização urbana tem ganhado alguma relevância em várias cidades portuguesas. A nível nacional já existem instrumentos legais que se relacionam com a arborização em espaço urbano, dos quais se destacam aqueles que se consideram mais relevantes:

- O **regime jurídico de arvoredos de interesse público** (lei n.º 53/2012) atualiza o decreto-lei n.º 28:468 de 1938 e identifica árvores e conjuntos com interesse histórico, paisagístico ou artístico e estabelece normas de conservação dos exemplares, quer pelas ações de manutenção, quer pela área de influência. Os critérios analisados para realizar esta classificação são: representatividade, raridade, porte, idade, historial, significado cultural ou enquadramento paisagístico.
- O **regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas** (decreto-lei n.º 92/2019) identifica espécies com carácter invasor e que, por isso, não podem ser plantadas; consideram-se particularmente relevantes no contexto do Porto, as espécies *Acacia* sp., *Acer negundo*, *Pittosporum undulatum*, *Robinia pseudoacacia* e *Solanum mauritianum*.
- O **regime jurídico de gestão do arvoredo urbano** (lei n.º 59/2021) é aplicável ao arvoredo urbano pertencente ao domínio público ou privado municipal e ao património arbóreo do Estado. Esta lei “caracteriza e regula as operações de poda, os transplantes e os critérios aplicáveis ao abate e à seleção de espécies a plantar, estabelecendo a sua hierarquização”; define também a “área de proteção radicular mínima” e a “área útil da árvore”, assim como as intervenções que poderão vir a ser realizadas.

A especificação de normas adequadas para a arborização de arruamentos é definida no Código Regulamentar do Porto. Este documento estabelece regras a aplicar aos espaços verdes, nomeadamente na arborização de arruamentos (artigo C-2/23.º) incidindo sobre a dimensão das caldeiras, o compasso de plantação, a proibição de plantação de determinadas espécies em caldeira ou a pavimentação da sua envolvente (CMP, 2020a).

Em 2009, foi realizado o “Programa Municipal de Arborização” para a cidade do Porto, um instrumento de planeamento e desenho do arvoredo urbano (CMP, 2009). Este programa teve como objetivo principal analisar, relacionar e avaliar a informação produzida pelo inventário arbóreo municipal, a fim de identificar oportunidades e constrangimentos na cidade. A abordagem adotada pretendia estabelecer um Programa, promover o planeamento da arborização, definir tipologias de arborização, orientar a seleção de espécies e estabelecer pressupostos normativos. O programa refere a importância da adoção de ações de sensibilização e educação ambiental para o sucesso de

implementação do mesmo. Salienta ainda a dificuldade de introduzir árvores na “malha já estabilizada”, apontando as novas vias e urbanizações como a solução mais viável (CMP, 2009).

O Programa de 2009 já inicia reflexões sobre questões espaciais, abordando também a adequabilidade da árvore ao espaço disponível e boas práticas para a sua gestão. Não reflete, no entanto, sobre a rua como espaço-canal total na sua relação com a árvore, nem desenvolve neste âmbito, propostas de intervenção adaptadas aos diversos tipos de ruas.

3. Relação da árvore com a rua

3.1. Árvores de arruamento

A **árvore** é uma planta lenhosa com dominância apical, possuindo geralmente um tronco principal e vários ramos secundários; o elevado suporte dos tecidos lenhosos permite-lhe atingir alturas consideráveis, sendo botanicamente classificada como fanerófito florestal (altura superior a 5-6m). A árvore é constituída por uma parte aérea (troncos, ramos e folhas) e uma parte subterrânea (raízes); embora seja difícil apreender a dimensão das raízes, estima-se que a parte subterrânea explore no mínimo um volume de espaço aproximadamente igual ao da parte aérea (Trowbridge & Bassuk, 2004).

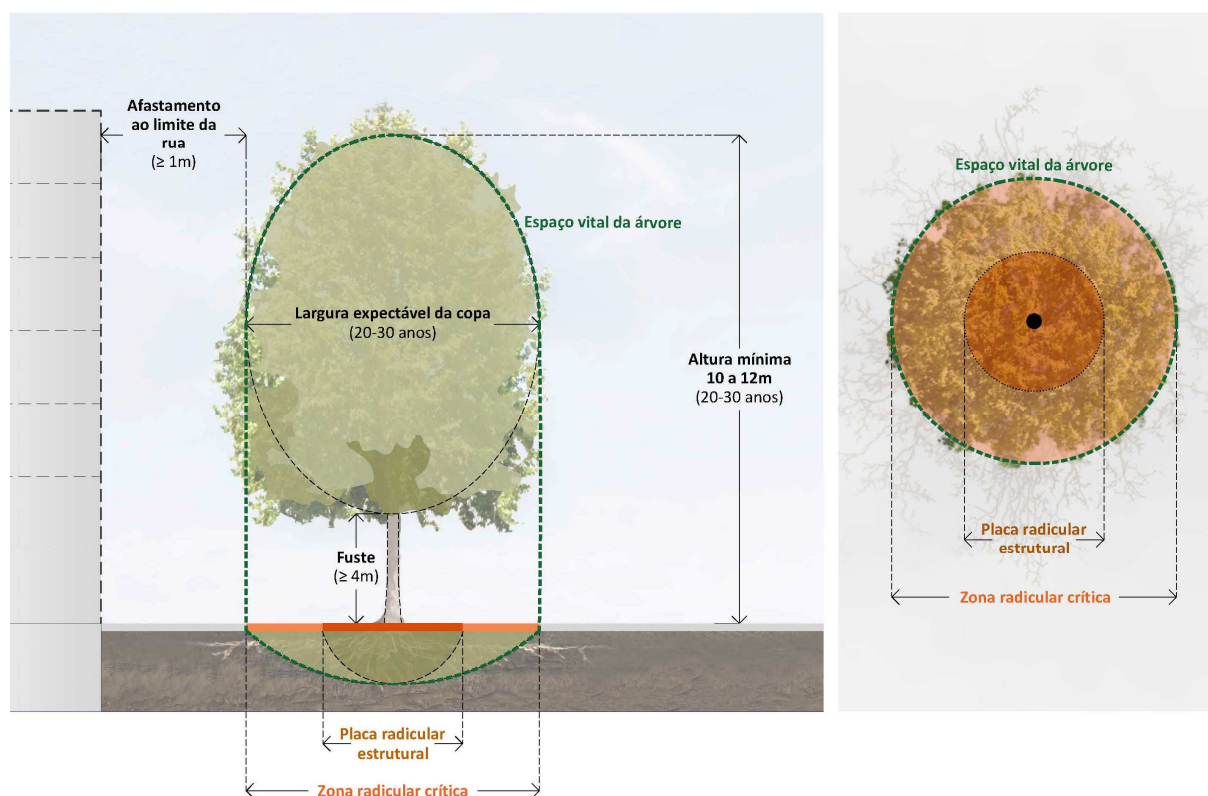


Figura 3.1 – Representação esquemática de uma árvore de arruamento e seus atributos espaciais (em perfil e em planta).

Uma **árvore de arruamento** deve potenciar os benefícios que providencia aos utilizadores da rua e ao ambiente urbano em geral, minimizando simultaneamente os potenciais conflitos e riscos. Para o presente trabalho, consideram-se árvores em **crecimento livre** para um cenário temporal de **20 a 30 anos**, o que corresponde à jovem maturidade da maioria das espécies utilizadas em contexto de arruamento na região do Porto (Moreira, 2008). A partir da sua jovem maturidade as árvores na rua exigem maior atenção de modo a otimizar o seu desempenho no espaço onde se inserem; findo este período poderá ser necessário considerar a sua substituição, a adoção de uma manutenção mais intensa, nomeadamente recorrendo a práticas de arboricultura mais frequentes, exigentes e complexas. Também é a partir desta idade que as árvores atingem maior interesse ao nível da provisão dos serviços de ecossistema que lhe são associados, exigindo por isso uma cuidadosa avaliação quando confrontados com a sua substituição. Tendo em conta que os benefícios fornecidos pela árvore estão, geralmente, relacionados com a sua massa foliar, considera-se importante

selecionar espécies que atinjam **alturas de, pelo menos, 10 a 12m** e prever que a altura da copa seja garantidamente superior à altura do fuste (Figura 3.1); idealmente, sugere-se a proporção de $\frac{1}{3}$ de fuste para $\frac{2}{3}$ de copa.

A árvore de arruamento deve adequar-se às características espaciais e funcionais da rua, participando no metabolismo e na composição espacial sem constranger a circulação de pessoas e veículos ao longo deste espaço-canal. Neste sentido, para que se possa circular sob a sua copa é desejável que a árvore apresente um **fuste limpo**, idealmente de 4m ou mais, na sua jovem maturidade (Figura 3.1). Deve igualmente acautelar-se que a árvore de arruamento não produza florações, frutificações ou espinhos que ponham em risco a segurança dos transeuntes.

Em relação à sazonalidade, considera-se que as **espécies caducifólias** são aquelas que melhor se adequam à generalidade das situações em contexto de arruamento, especialmente em casos de maior proximidade com as fachadas dos edifícios. As árvores caducifólias oferecem sombra no período estival e permitem a exposição solar no período invernal, contribuindo também para a regulação da ventilação mesmo quando não ostentam folhas. Por outro lado, as **espécies perenifólias** têm a vantagem de manter a sua folhagem durante todo o ano, revelando uma provisão mais constante dos serviços de ecossistema e oferecendo uma vivência contínua do verde. Deste modo, a escolha de espécies perenifólias pode ser interessante para situações de fachadas cegas ou localizações mais ao centro da rua.

A manutenção de indivíduos arbóreos saudáveis deve atender à **preservação** da estrutura aérea (tronco e copa) e, especialmente, da estrutura subterrânea (raízes), pois só deste modo se poderá potenciar os benefícios que a árvore providencia enquanto se minimiza o risco de queda de ramos ou de todo o indivíduo. Neste sentido, entende-se como **espaço vital da árvore** o volume aéreo, ocupado pela copa e tronco, e o correspondente volume subterrâneo, ocupado pelas principais raízes, indicativamente definido pela projeção planimétrica da copa (Figura 3.1); este espaço corresponde ao espaço mínimo necessário para viabilizar a árvore, nomeadamente ao nível das suas funções vitais principais (espaço de absorção radicular e fotossíntese).

O estado do **sistema radicular** de uma árvore está intimamente relacionado com a sua integridade geral; uma perturbação grave ou até a remoção de uma parte substancial das raízes poderá ter efeitos muito nefastos. O sistema radicular de uma árvore, embora se desenvolva apicalmente nas fases iniciais do seu crescimento, apresenta uma localização predominantemente superficial na sua idade adulta. Estas raízes secundárias tendem a crescer nas zonas de solo com menor compactação e maior disponibilidade de água, oxigénio e nutrientes, correspondentes às camadas superficiais do solo. De facto, estima-se que a maioria das raízes se localize nos primeiros 60cm de profundidade, havendo pouca dispersão de raízes abaixo dos 2m ou 3m, para a maioria das espécies. Pelo contrário, a dispersão lateral das raízes alcança geralmente uma distância equivalente à da altura da árvore (Figura 3.2; Dobson, 1995; Wageningen University & Research, 2021).

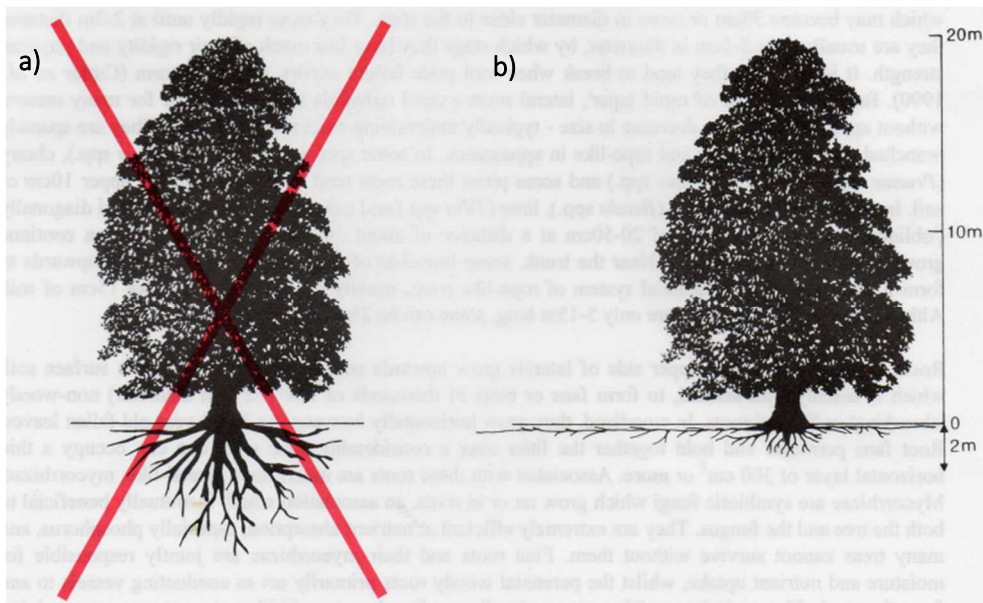


Figura 3.2 – a) Representação equívoca do sistema radicular de uma árvore; b) representação mais precisa do sistema radicular de uma árvore (retirado de Dobson, 1995).

As raízes mais importantes da árvore localizam-se junto ao tronco e integram a **placa radicular estrutural**; esta zona da raiz é a principal responsável pela sustentação estrutural de todo o indivíduo arbóreo (Figura 3.1). A dimensão da placa radicular estrutural está diretamente relacionada com a dimensão da árvore: árvores de tronco ou copa mais larga apresentam uma maior placa radicular estrutural, sendo que se pode estender até uma distância de 3,30m do tronco em árvores de grande dimensão. Qualquer dano infligido às raízes da placa radicular estrutural tem uma elevada probabilidade de originar problemas graves à integridade da árvore e até mesmo a sua morte ou queda. Para além da placa radicular estrutural, identifica-se a **zona radicular crítica** que engloba cerca de 85% das raízes. Estas raízes são fundamentais para a absorção de água e nutrientes e qualquer dano nesta zona irá também ter implicações para a saúde e sobrevivência da árvore. A extensão da zona radicular crítica está intimamente relacionada com a dimensão do tronco e da árvore em geral (Dicke, 2010); numa aproximação expedita considera-se a linha de projeção da copa no solo como definidora de um espaço onde se situam a maior parte das raízes relevantes para a manutenção da vida da árvore (Trowbridge & Bassuk, 2004; Figura 3.1). O restante sistema radicular, para lá da placa radicular estrutural e da zona radicular crítica, pode ocupar uma vasta extensão, mas corresponde a raízes finas que não são fulcrais para a sobrevivência da árvore.

As árvores em contexto de arruamento encontram-se numa situação muito constrangida ao nível da disponibilidade e qualidade do solo, mas, de qualquer maneira, aconselha-se a que não haja qualquer tipo de perturbação na placa radicular estrutural e que sejam limitadas as intervenções no solo na zona radicular crítica; estima-se que a destruição de mais de 30% da zona radicular crítica resulte na morte de ramos ou de todo o indivíduo arbóreo (Georgia Forestry Commission, s.d.). Assim, considera-se pertinente localizar as infraestruturas subterrâneas em locais estratégicos das ruas (por exemplo, canais técnicos junto ao edificado), com telas protetoras se necessário, para que a árvore possa desenvolver a sua componente subterrânea sem conflitar com estas infraestruturas. No mesmo sentido, recomenda-se que as árvores de arruamento se possam desenvolver em substrato adequado, o menos compactado possível, em condições de boa permeabilidade e drenagem e com volume de solo adequado à dimensão da árvore (por exemplo, para uma árvore de dimensão média recomenda-se um volume de solo de aproximadamente 25m³; Urban, 1992).

Em relação à manutenção ao nível da **copa**, recomendam-se intervenções mínimas para que a árvore possa crescer de forma harmoniosa e equilibrada, sem originar assimetrias que poderão causar um desequilíbrio na sua sustentação. Para minimizar a necessidade de operações de poda, revela-se fulcral a garantia do **afastamento entre a copa da árvore e o limite lateral da rua**, quer se trate de edifícios ou propriedades adjacentes à rua; neste sentido, a escolha da espécie ou cultivar em articulação com o local da sua implantação deve garantir que a árvore se desenvolva no intervalo de tempo de 20 a 30 anos com baixa probabilidade de tocar nas fachadas. No âmbito deste cenário temporal, e para efeitos de plano e projeto, propõe-se a distância de 1m entre o limite da rua e a largura expectável da copa ao fim deste intervalo de tempo. Por este motivo, considera-se fundamental que um dos principais critérios de seleção da espécie para árvore de arruamento seja a largura da sua copa na idade adulta e a articulação com a largura da rua a que se destina, assim como das funções que se pretenda acomodar nessa rua. De um modo geral, as árvores de menores dimensões terão melhor adequabilidade em ruas estreitas e as de maiores dimensões em ruas mais largas.

As diversas espécies de árvores aqui consideradas foram assim agrupadas em cinco categorias de acordo com a largura expectável da sua copa em contexto de arruamento (Relatório 1, 2021):

- **Árvores de copa estreita:** largura expectável da copa inferior a 4m;
- **Árvores de copa média-estreita:** largura expectável da copa igual ou superior a 4m e inferior a 6m;
- **Árvores de copa média-larga:** largura expectável da copa igual ou superior a 6m e inferior a 8m;
- **Árvores de copa larga:** largura expectável da copa igual ou superior a 8m e inferior a 12m;
- **Árvore de copa muito larga:** largura expectável da copa igual ou superior a 12m.

A alocação de cada espécie (ou cultivar) a uma destas categorias exige o conhecimento do potencial crescimento natural da árvore, que pode ser consultado em diversas fontes bibliográficas relevantes para o contexto edafo-climático da região do Porto. Para o presente trabalho, privilegiou-se o estudo de Marques Moreira (“Árvores e arbustos em Portugal”, 2008), embora se tenham também consultado outras referências, especialmente para variedades cultivadas desenvolvidas mais recentemente (Lorenz Von Ehren, 2014; André Bryant Jeunes Plants, 2022; Ebben, 2022; Van den Berk Nurseries, 2022; Hillier Garden Centres, 2022). A largura expectável em contexto urbano, devido aos grandes constrangimentos infligidos à árvore, será sempre mais reduzida do que em contexto natural; deste modo, foi considerada uma redução de 20% em relação à largura máxima obtida em meio natural (Sanders et al., 2014). Adicionalmente, foram feitas medições da largura de copa para vários exemplares arbóreos do Porto, de diferentes espécies e idades, de modo a afinar os valores indicados na literatura. Estas medições exerceram-se sobre fotografia aérea do Porto de 1939, 1947, 1958, 1979 e 1992 e imagens de satélite desde o início da década de 2000 até ao presente.

3.1.1. Árvores de copa estreita

As árvores de copa estreita incluem todas as espécies cujo desenvolvimento da copa em contexto urbano é **inferior a 4m de largura**, considerando um horizonte temporal de 20-30 anos. Para auxiliar a seleção de espécies e cultivares de copa estreita, compilou-se uma pequena lista com exemplos para as ruas do Porto (Tabela 3.1).

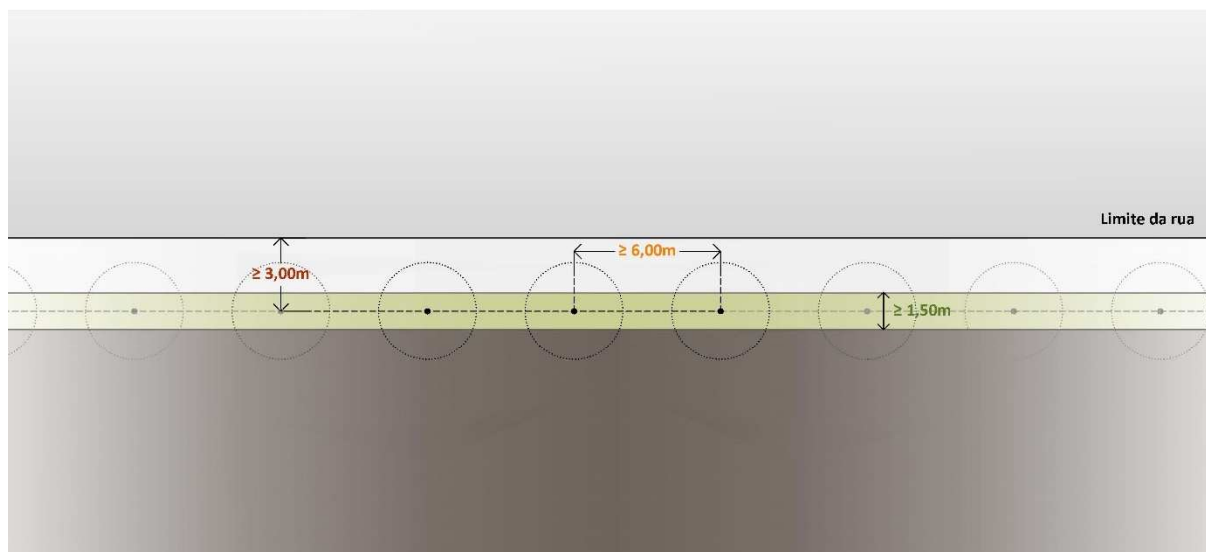
Tabela 3.1 – Exemplos de árvores de copa estreita (copa inferior a 4m).

ÁRVORES DE COPA ESTREITA	
Caducifólias	
<i>Acer campestre</i> 'Fastigiatum'	<i>Ginkgo biloba</i> 'Princeton Sentry'
<i>Acer campestre</i> 'William Caldwell'	<i>Liquidambar styraciflua</i> 'Paarl'
<i>Acer rubrum</i> 'Scanlon'	<i>Liquidambar styraciflua</i> 'Slender Silhouette'
<i>Acer x freemanii</i> 'Armstrong'	<i>Malus tschonoskii</i>
<i>Acer x freemanii</i> 'Armstrong Two'	¹ <i>Populus nigra</i> 'Italica'
<i>Betula pendula</i> 'Obelisk'	¹ <i>Populus tremula</i> 'Erecta'
<i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine'	<i>Prunus serrulata</i> 'Sunset Boulevard'
<i>Fagus sylvatica</i> 'Dawyck Gold'	<i>Quercus coccinea</i> 'Fastigiata'
<i>Fagus sylvatica</i> 'Dawyck Purple'	<i>Quercus palustris</i> 'Crownright'
<i>Fraxinus ornus</i> 'Ebben's Column'	<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata Koster'
<i>Ginkgo biloba</i> 'Barabits Fastigiata'	<i>Sorbus aucuparia</i> 'Sheerwater Seedling'
<i>Ginkgo biloba</i> 'Fastigiata Blagon'	<i>Sorbus x thuringiaca</i> 'Fastigiata'
Perenifólias	
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Alumii'	<i>Juniperus chinensis</i> 'Keteleeri'
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Columnaris'	<i>Picea omorika</i>
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Elwoodii'	<i>Pinus nigra</i> 'Pyramidalis'
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Erecta viridis'	<i>Pinus sylvestris</i> 'Fastigiata'
<i>Cupressus sempervirens sempervirens</i>	<i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'
<i>Cupressus sempervirens</i> 'Stricta'	<i>Thuja occidentalis</i> 'Elegantissima'
<i>Juniperus chinensis</i> 'Blue'	

¹ Esta árvore só deve ser utilizada em faixas contínuas ou caldeiras de largura igual ou superior a 3m.

Em relação às exigências de espaço no arruamento para a presença de uma árvore de copa estreita podem listar-se as seguintes recomendações (Figura 3.3):

- 1) **Largura da caldeira ou faixa permeável contínua:** deve ser, no mínimo, de **1,50m** (tendo em conta os valores previstos no Código Regulamentar do Município do Porto; CMP, 2020a).
- 2) **Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua:** deverá ser, no mínimo, de **3m** para garantir que a sua copa mantém um afastamento mínimo de 1m do limite da rua, especialmente das fachadas do edificado, até à maturidade (20-30 anos). No caso de se querer manter um corredor pedonal com as dimensões regulamentadas (mínimo 2,40m; CMP, 2020b) entre a árvore e o limite da rua, a esta distância deverá aumentar para um mínimo de 3,15m.
- 3) **Compasso de plantação:** propõe-se que as árvores de copa estreita distem de, pelo menos, **6m** no arruamento. Devido às suas particularidades, largura reduzida e forma muitas vezes colunar, um compasso de plantação mais apertado em alinhamentos pode resultar em excessiva densidade. Este valor foi inspirado na largura da rua estreita (metade da largura da rua), bem como na aproximação à largura média de um lote ou edifício típico no Porto, o que parece resultar numa composição mais harmoniosa.



Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua
 Compasso de plantação
 Largura da caldeira ou faixa permeável contínua

Figura 3.3 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa estreita.

De modo a garantir a integridade da placa radicular estrutural e a própria sustentação da árvore, considera-se muito relevante a proteção total de uma área circular de, pelo menos, 0,90m de raio em relação ao centro da árvore (1,80m de diâmetro); aqui deverá ser, a todo o custo, evitada qualquer escavação ou intervenção que lesione as raízes (Dicke, 2010). Deve também minimizar-se a perturbação do solo e das raízes numa superfície circular de 2m de raio em relação ao centro da árvore (4m de diâmetro, correspondente à projeção aproximada da largura da copa à superfície do solo).

3.1.2. Árvores de copa média-estreita

As árvores de copa média-estreita apresentam uma copa com **largura igual ou superior a 4m e inferior a 6m** aos 20-30 anos, já tendo em conta as restrições de crescimento causadas pelas condições desfavoráveis do contexto de arruamento. Apresentam-se de seguida, para o contexto em estudo, alguns exemplos pertinentes de árvores de copa média-estreita (Tabela 3.2).

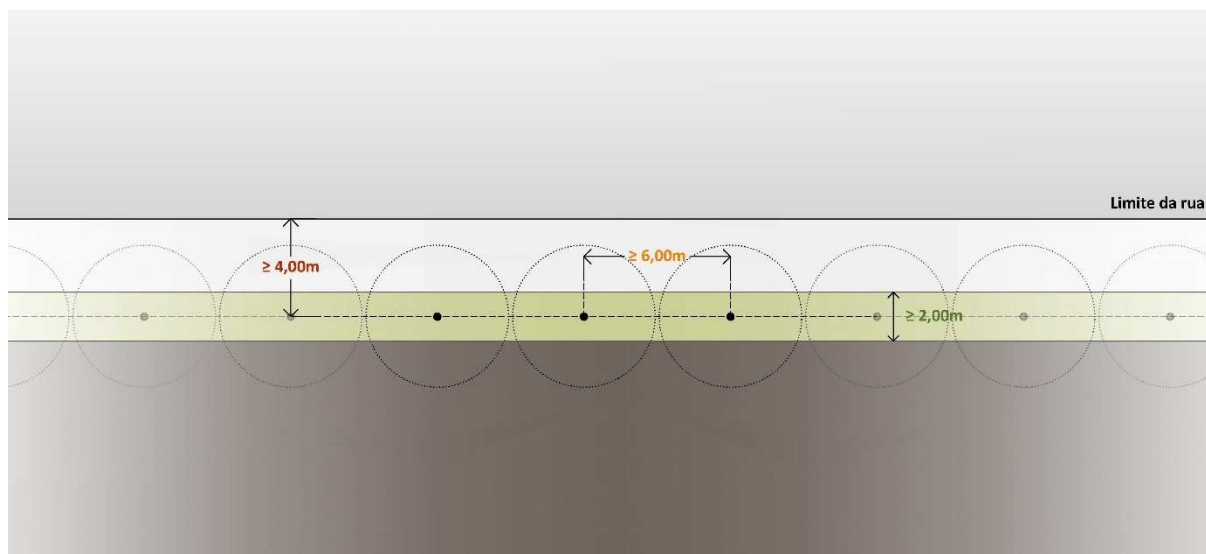
Tabela 3.2 – Exemplos de árvores de copa média-estreita (copa igual ou superior a 4m e inferior a 6m).

ÁRVORES DE COPA MÉDIA-ESTREITA	
Caducifólias	
<i>Acer campestre</i> 'Elsrijk'	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Acer campestre</i> 'Red Shine'	¹ <i>Populus alba</i> 'Bolleana'
<i>Acer platanoides</i> 'Columnare'	¹ <i>Populus tremuloides</i>
<i>Acer platanoides</i> 'Olmstead'	<i>Prunus mahaleb</i>
<i>Acer rubrum</i> 'Karpick'	<i>Prunus x hillieri</i> 'Spire'
<i>Aesculus hippocastanum</i> 'Fastigiata'	<i>Pyrus calleryana</i> 'Chanticleer'
<i>Alnus glutinosa</i> 'Pyramidalis'	<i>Quercus palustris</i> 'Green Pillar'
<i>Betula pendula</i> 'Fastigiata'	<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'
<i>Betula pendula</i> 'Zwitsers Glorie'	¹ <i>Salix alba</i> 'Liempde'
<i>Corylus colurna</i>	<i>Sorbus aria</i>
<i>Corylus colurna</i> 'VDB Obelisk'	<i>Sorbus aria</i> 'Majestica'
<i>Fagus orientalis</i> 'Iskander'	<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Fagus sylvatica</i> 'Dawyck'	<i>Sorbus aucuparia</i> 'Wettra'
<i>Fraxinus ornus</i> 'Obelisk'	<i>Tilia cordata</i> 'Böhlje'
<i>Ginkgo biloba</i> 'Tremonia'	<i>Tilia platyphyllos</i> 'Prince's Street'
<i>Liquidambar orientalis</i>	<i>Ulmus</i> 'Columella'
<i>Liquidambar styraciflua</i> 'Fastigiata'	<i>Zelkova serrata</i> 'Fastigiata'
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	
Perenifólias	
<i>Abies alba</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i>
<i>Abies nordmanniana</i>	<i>Corymbia ficifolia</i>
<i>Brachychiton populneus</i>	<i>Cupressus arizonica</i> 'Fastigiata'
<i>Calocedrus decurrens</i> 'Aureovariegata'	<i>Lagunaria patersonia</i>

¹ Esta árvore só deve ser utilizada em faixas contínuas ou caldeiras de largura igual ou superior a 3m.

Para que se desenvolvam corretamente, sem gerarem conflitos com os outros elementos da rua, estas espécies necessitam de mais espaço do que as espécies de copa estreita (Figura 3.4):

- 1) **Largura da caldeira ou faixa permeável contínua:** deve ser considerada uma largura mínima de **2m** (CMP, 2020a).
- 2) **Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua:** o elemento arbóreo deve ser plantado a, pelo menos, **4m** do limite lateral da rua para garantir um afastamento mínimo de um metro entre a sua copa e as fachadas, na jovem idade adulta (20-30 anos).
- 3) **Compasso de plantação:** tal como com as anteriores, recomenda-se que as árvores de copa média-estreita distem no mínimo de **6m**, em contexto de alinhamento. Este afastamento entre os indivíduos arbóreos permite que haja uma aproximação das copas nas fases mais avançadas do desenvolvimento da árvore, sem, no entanto, criar excessiva massa vegetal.



Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua
 Compasso de plantação
 Largura da calçada ou faixa permeável contínua

Figura 3.4 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa média-estreita.

Estima-se que a placa radicular estrutural de uma árvore desta dimensão tenha cerca de 1,50m de raio (3m de diâmetro; Dicke, 2010); esta deve ser completamente preservada em caso de operações que envolvam a escavação do solo, de modo a garantir a integridade e sustentação física da árvore. Por outro lado, assume-se que a zona radicular crítica corresponda a cerca de 6m de diâmetro em relação ao centro da árvore (aproximação ao limite máximo da copa) e nesta zona também se recomenda a minimização das intervenções ao nível do solo (dentro do possível, nunca comprometendo mais de 30% destas raízes).

3.1.3. Árvores de copa média-larga

As árvores de copa média-larga possuem uma **largura expectável da copa igual ou superior a 6m e inferior a 8m**, ao fim de 20-30 anos. A Tabela 3.3 apresenta alguns exemplos de árvores que se poderão adequar a esta categoria, no contexto das ruas do Porto.

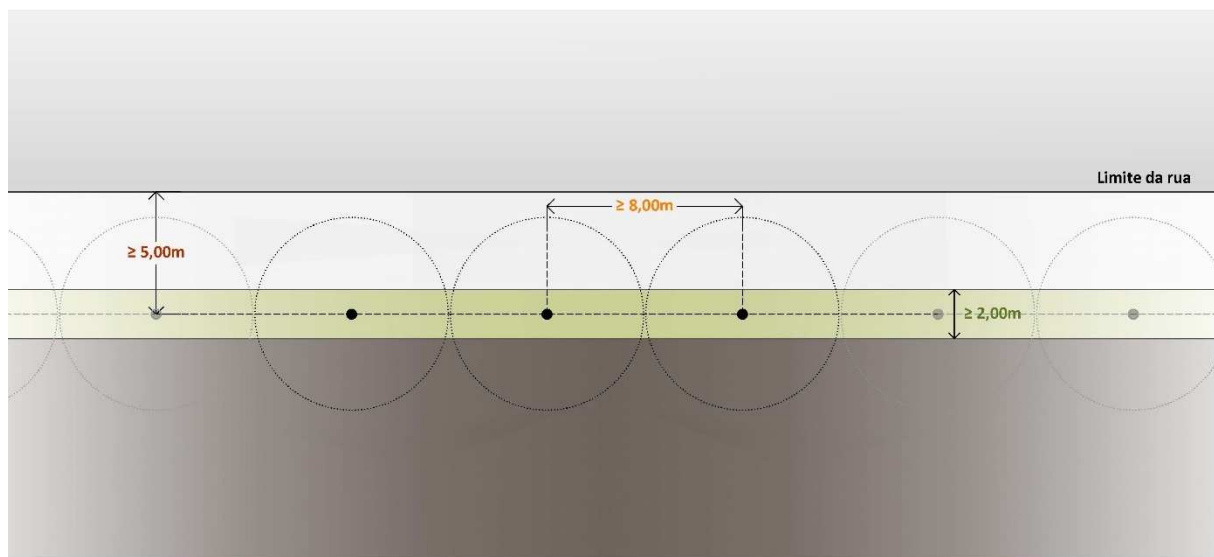
Tabela 3.3 – Exemplos de árvores de copa média-larga (copa igual ou superior a 6m e inferior a 8m).

ÁRVORES DE COPA MÉDIA-LARGA	
Caducifólias	
<i>Acer campestre</i>	<i>Carpinus betulus</i> ‘Fastigiata’
<i>Acer campestre</i> ‘Green Column’	<i>Fraxinus excelsior</i> ‘Diversifolia’
<i>Acer pseudoplatanus</i> ‘Erectum’	<i>Ginkgo biloba</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i> ‘Negenia’	<i>Ginkgo biloba</i> ‘Autumn Gold’
<i>Acer pseudoplatanus</i> ‘Rotterdam’	<i>Koelreuteria paniculata</i>
<i>Acer rubrum</i> ‘Schlesingeri’	<i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Fastigiatum’
<i>Acer saccharinum</i> ‘Pyramidale’	<i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Pyramidale’
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Melia azedarach</i>
<i>Aesculus hippocastanum</i> ‘Pyramidalis’	¹ <i>Populus tremula</i>
<i>Aesculus x carnea</i>	<i>Prunus avium</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Pyrus calleryana</i> ‘Aristocrat’
<i>Betula ermanii</i>	<i>Taxodium distichum</i>
<i>Betula nigra</i>	<i>Tilia cordata</i> ‘Greenspire’
<i>Betula pendula</i>	<i>Ulmus hollandica</i> ‘Lobel’
<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtiberica</i>	
Perenifólias	
<i>Cinnamomum camphora</i>	<i>Pinus strobus</i>
<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
<i>Magnolia grandiflora</i>	
<i>Pinus nigra</i>	

¹ Esta árvore só deve ser utilizada em faixas contínuas ou caldeiras de largura igual ou superior a 3m.

Para as árvores de copa média-larga são apresentadas as seguintes recomendações no que concerne à sua exigência em espaço (Figura 3.5):

- 1) **Largura da caldeira ou faixa permeável contínua:** a zona permeável onde se implanta a árvore deve ter uma largura mínima de **2m** (CMP, 2020a).
- 2) **Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua:** para garantir que a copa se mantenha afastada das fachadas adjacentes até à sua maturidade (20-30 anos), a árvore deve ser plantada a uma distância mínima de **5m** do limite da rua.
- 3) **Compasso de plantação:** tal como as árvores da categoria anterior, recomenda-se que as de copa média-larga distem, no mínimo, de **8m**, de modo a que as suas copas se aproximem ao longo do seu crescimento.



Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua
 Compasso de plantação
 Largura da caldeira ou faixa permeável contínua

Figura 3.5 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa média-larga.

Nas árvores desta dimensão, a placa radicular estrutural aproxima-se dos 2,20m de raio (4,40m de diâmetro) em relação ao centro da árvore (Dicke, 2010); nesta área não deve haver qualquer tipo de perturbação das raízes, evitando comprometer o suporte estrutural da árvore. Por outro lado, deve-se também procurar proteger a zona radicular crítica, que corresponderá a cerca de 6m de diâmetro ao redor do indivíduo arbóreo (aproximação ao limite máximo da copa).

3.1.4. Árvores de copa larga

As árvores de copa larga apresentam, na sua maturidade, uma **largura expectável de copa igual ou superior a 8m e inferior a 12m**. Apresentam-se alguns exemplos de espécies e cultivares que se integram nesta categoria, para o contexto da região do Porto (Tabela 3.4).

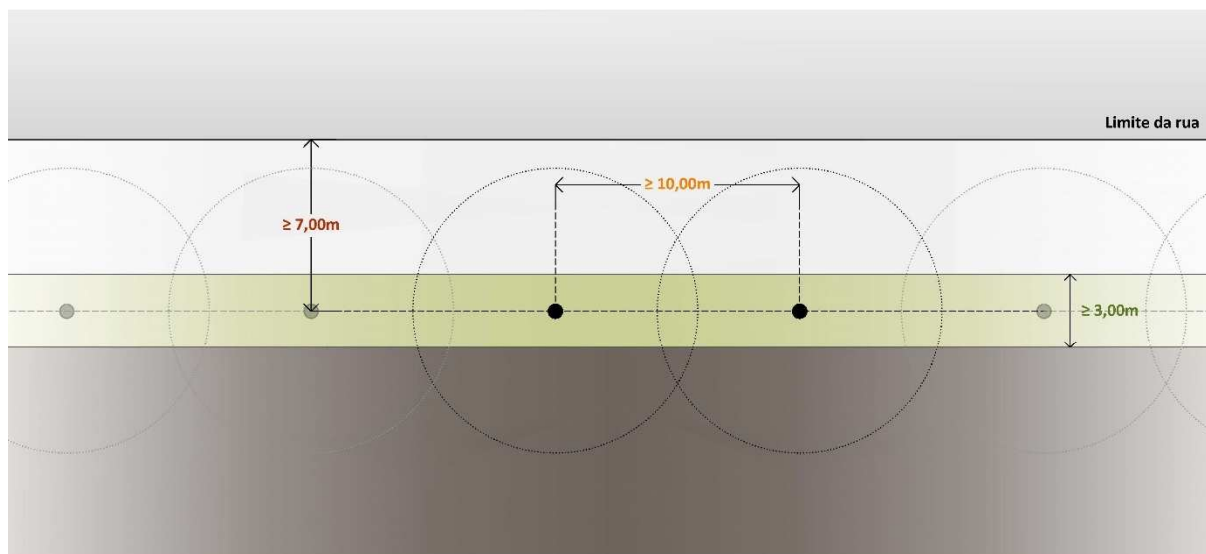
Tabela 3.4 – Exemplos de árvores de copa larga (copa igual ou superior a 8m e inferior a 12m).

ÁRVORES DE COPA LARGA	
Caducifólias	
<i>Acer platanoides</i>	<i>Fraxinus ornus</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
<i>Acer rubrum</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i>
<i>Acer saccharum</i>	¹ <i>Populus alba</i>
<i>Acer x freemanii</i>	¹ <i>Populus alba</i> 'Raket'
<i>Aesculus indica</i>	<i>Quercus coccinea</i>
<i>Alnus cordata</i>	<i>Quercus palustris</i>
<i>Alnus x spaethii</i> 'Spaeth'	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Betula papyrifera</i>	<i>Sophora japonica</i>
<i>Carpinus betulus</i> 'Columnaris'	<i>Tilia cordata</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Tilia cordata</i> 'Erecta'
<i>Fraxinus americana</i> 'Autumn Purple'	<i>Tilia platyphyllos</i> 'Fastigiata'
<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Tilia x europaea</i>
<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	<i>Tilia x europaea</i> 'Pallida'
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Maxima'	<i>Ulmus</i> 'Homestead'
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Atlas'	<i>Ulmus</i> 'Sapporo Autumn Gold'
Perenifólias	
<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Pinus pinaster</i>
<i>Cupressus macrocarpa</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Grevillea robusta</i>	

¹ Esta árvore só deve ser utilizada em faixas contínuas ou caldeiras de largura igual ou superior a 3m.

Para as árvores de copa larga, reconhece-se a necessidade de exigência de mais espaço entre as árvores e entre estas e outros elementos da rua; recomenda-se o seguinte (Figura 3.6):

- 1) **Largura da caldeira ou faixa permeável contínua:** deve ser considerada uma largura mínima de **3m** (CMP, 2020a).
- 2) **Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua:** uma árvore larga deve ser plantada a uma distância mínima de **7m** do limite lateral da rua, de modo a assegurar que a copa mantém o devido afastamento das fachadas, considerando o seu crescimento num intervalo de tempo de 20-30 anos.
- 3) **Compasso de plantação:** considera-se que as árvores de copa larga conseguem compor um alinhamento equilibrado com entrechoque das copas, sem provocar constrangimentos visuais e funcionais na rua. Neste sentido, recomenda-se uma distância de **10m**, no mínimo, para o compasso de plantação; este valor foi obtido considerando uma interseção de $\frac{1}{6}$ do diâmetro de cada copa.



Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua
 Compasso de plantação
 Largura da caldeira ou faixa permeável contínua

Figura 3.6 – Parâmetros espaciais associados às árvores de copa larga.

Na sua jovem maturidade (20-30 anos), a placa radicular estrutural destas árvores ocupará aproximadamente 2,90m em relação ao centro da árvore (5,80m de diâmetro), numa área onde deverá ser impedido qualquer tipo de dano a estas raízes. Também se aconselha a proteção das raízes localizadas na projeção da copa, numa área que se aproxima dos 12m de diâmetro; esta área corresponde à zona radicular crítica, que não deverá ser destruída em mais de 30% para garantir a sobrevivência e a integridade da árvore.

3.1.5. Árvores de copa muito larga

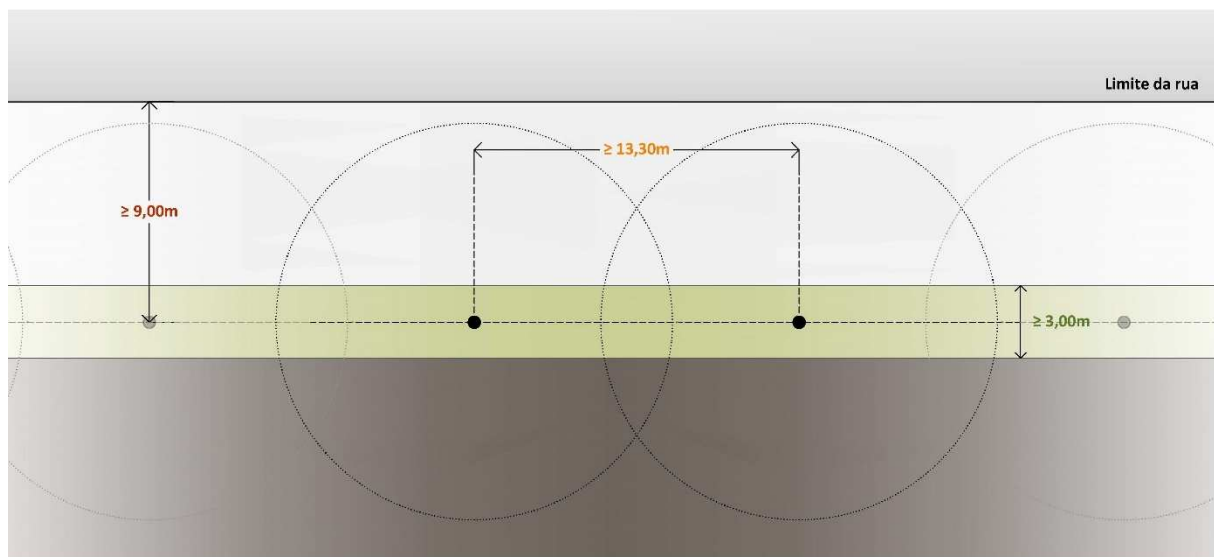
As árvores de copa muito larga possuem uma copa de **largura igual ou superior a 12m**, após 20 a 30 anos de crescimento, mesmo em contexto de arruamento. Para a zona do Porto, indicam-se aqui algumas árvores que apresentam estas dimensões (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 – Exemplos de árvores de copa muito larga (copa igual ou superior a 12m).

ÁRVORES DE COPA MUITO LARGA	
Caducifólias	
<i>Acer saccharinum</i>	<i>Populus nigra</i>
<i>Acer saccharinum</i> 'Born's Gracious'	<i>Quercus rubra</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Tilia tomentosa</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Ulmus glabra</i>
<i>Platanus orientalis</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Ulmus procera</i>
<i>Populus alba</i> 'Nivea'	<i>Zelkova serrata</i>
Perenifólias	
<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Pinus pinea</i>
<i>Cedrus libani</i>	

Devido às suas elevadas dimensões, esta categoria de árvores é bastante exigente no que respeita à ocupação da rua; propõe-se as seguintes recomendações espaciais (Figura 3.7):

- 1) **Largura da caldeira ou faixa permeável contínua:** deve ser considerada uma largura mínima de **3m** (CMP, 2020a).
- 2) **Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua:** para garantir que uma árvore muito larga consiga desenvolver-se com intervenções de manutenção pouco frequentes e mesmo assim garantir o devido afastamento das fachadas na sua jovem maturidade (20-30 anos), é necessário que o local de implantação diste, pelo menos, **9m** do limite da rua.
- 3) **Compasso de plantação:** tal como para as árvores largas, considera-se que um alinhamento de árvores muito largas consegue comportar alguma sobreposição das suas copas, sem prejuízo para a qualidade estética e funcional da rua. Deste modo, recomenda-se o valor mínimo de **13,30m** para o compasso de plantação (obtido a partir de uma interseção de $\frac{1}{4}$ do diâmetro de cada copa).



Distância entre eixo de implantação da árvore e limite lateral da rua
 Compasso de plantação
 Largura da caldeira ou faixa permeável contínua

Figura 3.7 – Parâmetros espaciais associados às árvores muito largas.

Deve considerar-se uma zona de proteção total equivalente à dimensão da placa radicular estrutural, para minimizar o risco de queda destas árvores; na sua idade adulta, estima-se que o raio desta área circular esteja próximo dos 3,10m em relação ao centro da árvore (diâmetro de 6,20m). No mesmo sentido, terá também de ser tido em conta a zona radicular crítica, equivalente à área de projeção da copa, que se estima que possa atingir, ao fim de 20-30 anos, 16m ou mais; este valor corresponde à largura expectável da copa para grande parte das espécies de maiores dimensões na zona do Porto, para o intervalo de tempo considerado. A preservação desta zona radicular é também fundamental para a integridade e sobrevivência da árvore e qualquer intervenção ao nível do solo na sua proximidade deve prever a preservação de pelo menos 70% destas raízes.

3.2. Espacialização da arborização de arruamento

As árvores de arruamento podem surgir na rua de forma pontual ou em alinhamentos; no presente trabalho vai ser abordada exhaustivamente a presença da árvore em **alinhamentos**, que podem variar em número e localização na rua. A abordagem refletida neste plano assume à partida que a arborização de qualquer rua no Porto não pode comprometer, de modo algum, os **fluxos essenciais**; para isso devem garantir-se os seguintes pressupostos: 1) devem ser assegurados dois corredores para a **circulação pedonal**, incluindo para pessoas com mobilidade reduzida, de acordo com as dimensões regulamentadas (2,40m; CMP, 2020b), junto aos limites laterais da rua, de modo a permitir também o acesso ao edificado e outros espaços adjacentes; 2) deve ser mantido um corredor para **circulação e operação de um veículo de emergência e resgate**, de grandes dimensões, com um mínimo de 6m de largura e 4m de altura (Portaria n.º 135/2020). O corredor para o veículo de emergência terá garantidamente uma dimensão adequada para a circulação de qualquer tipo de veículo e, por isso, será daqui para frente apenas designado por corredor viário. No caso de o corredor pedonal e o corredor viário serem totalmente contíguos, a largura para o corredor de emergência poderá ser garantida pela soma da largura dos dois espaços.

De um modo simplificado, em relação ao seu posicionamento na rua, considera-se que um alinhamento pode ser:

- **Alinhamento unilateral:** as árvores estão presentes apenas num dos lados da rua e criam uma separação entre um dos corredores pedonais e o corredor viário;
- **Alinhamento bilateral:** as árvores estão presentes nos dois lados da rua e criam uma separação entre os dois corredores pedonais e o corredor viário;
- **Alinhamento central:** as árvores estão presentes na zona central da rua, originando a criação de dois corredores viários, que serão adjacentes aos corredores pedonais;
- **Alinhamento múltiplo:** as árvores surgem ao centro e nas laterais da rua, o que se traduz geralmente em dois corredores pedonais e dois corredores viários, havendo uma separação óbvia entre todos os corredores.

Adicionalmente, um alinhamento pode ser singular ou duplo: 1) **alinhamento singular** formado por uma fileira de árvores; e 2) **alinhamento duplo** formado por duas fileiras de árvores. Estes alinhamentos podem ocorrer nas laterais ou no centro da rua. Quando surge mais do que um alinhamento na rua, estes podem distinguir-se por serem **emparelhados** ou **desfasados**, como ilustrado na Figura 3.8 – A) e B) alinhamentos singulares; C) alinhamento duplo desfasado; D) alinhamento duplo emparelhado; E) alinhamentos laterais desfasados; F) alinhamentos laterais emparelhados. Figura 3.8.

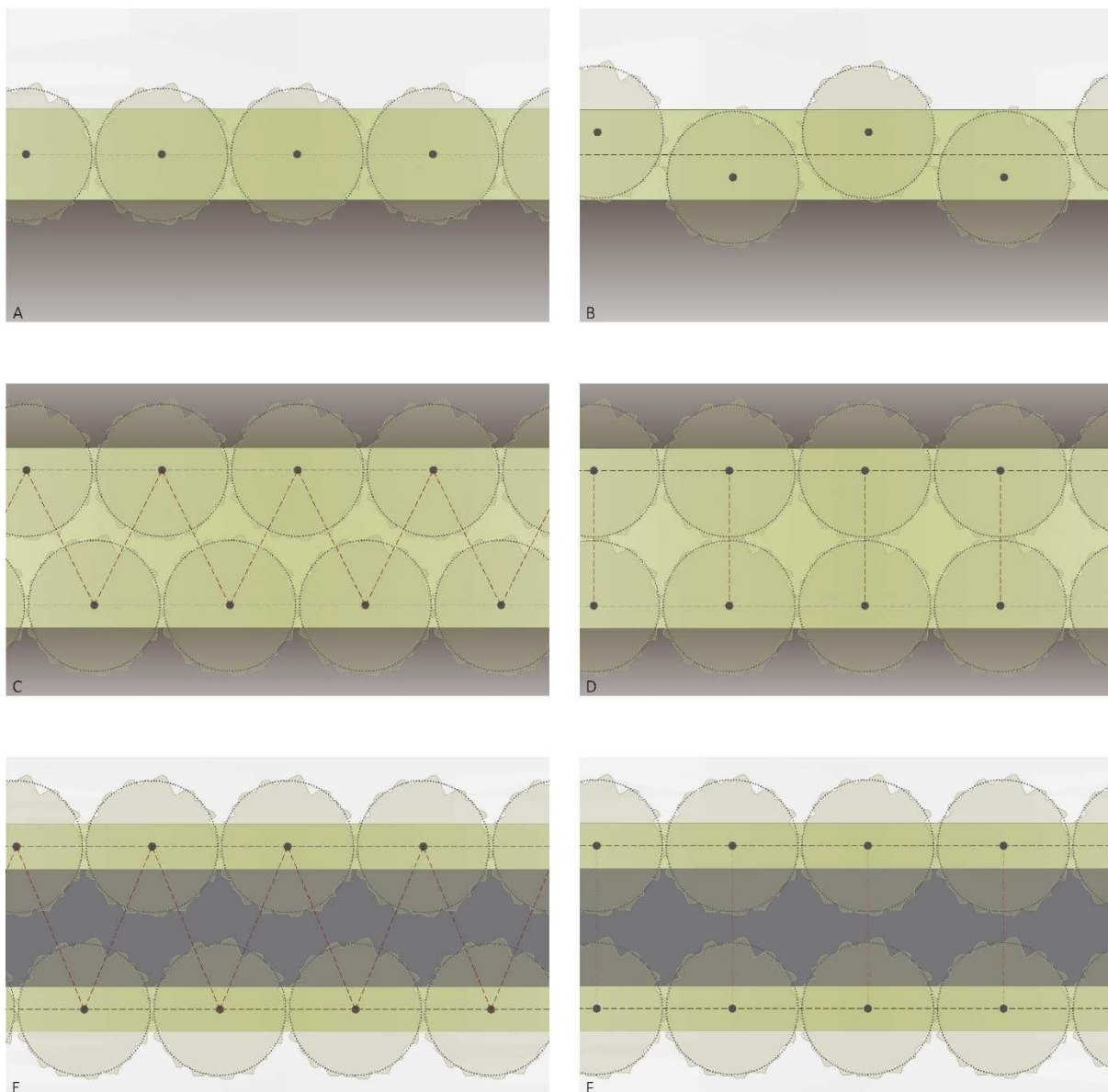


Figura 3.8 – A) e B) alinhamentos singulares; C) alinhamento duplo desfasado; D) alinhamento duplo emparelhado; E) alinhamentos laterais desfasados; F) alinhamentos laterais emparelhados.

Considerando as dimensões dos corredores para fluxos essenciais, as dimensões das árvores (relativas à sua largura de copa) e as exigências de espaço para cada tipo de árvore, foram estudadas, de um modo expedito, diferentes soluções de arborização que variam essencialmente na dimensão da árvore e no seu posicionamento na rua. Os resultados, expostos no Anexo 8.2, permitiram avaliar a adequabilidade de cada tipo de composição às diferentes larguras de rua.

4. A rede de arborização das ruas do Porto

Tal como mencionado anteriormente, neste plano de arborização irão ser abordadas as **ruas arborizáveis** da cidade do Porto, que ocupam uma extensão de 216,3km. No presente capítulo pretende-se definir, com base nas ruas arborizáveis, uma **rede prioritária de arborização** para o Porto, tirando partido da situação existente e da relevância de cada rua do ponto de vista do bom desempenho socio-ecológico que dela se espera, de acordo com diversos instrumentos de planeamento. Esta rede foi traçada tendo em conta apenas as ruas existentes à data atual, mas recomenda-se a integração de novos arruamentos na rede de arborização, de acordo com as premissas aqui apresentadas. Para além disto, também se aconselha uma futura articulação da rede de ruas arborizadas com outros eixos de circulação importantes que hoje não permitem uma vivência pedonal completa, como por exemplo a Avenida da Associação Empresarial de Portugal, a Via de Cintura Interna e a Via Norte.

No âmbito do presente trabalho, e de acordo com todos os pressupostos já explanados na fase anterior, uma rua será aqui considerada como **arborizável** quando apresentar uma largura igual ou superior a 10m e não for adjacente a um espaço parcelar (Relatório 1, 2021).



Figura 4.1 – Rede de ruas arborizáveis da cidade do Porto.

A arborização de ruas muito estreitas (largura inferior a 10m) é, de um modo geral, não recomendada de modo a garantir a minimização de conflitos; contudo, devem procurar-se alternativas adequadas a cada contexto no sentido de promover a presença de vegetação nestas ruas (fachadas verdes, árvores isoladas em pontos estratégicos, etc.). A arborização das ruas associadas a espaços parcelares merece uma atenção especial, de modo a afinar a articulação do arvoredo de arruamento com a oportunidade do espaço parcelar, e não será abordada neste trabalho. A Figura 4.1 apresenta as ruas arborizáveis que serão integradas na rede de arborização da cidade.

A arborização de arruamento melhora significativamente a vivência da rua para os seus utilizadores de diversos modos: 1) atua sobre as condições bioclimáticas da rua, nomeadamente em relação à temperatura, humidade e ventilação; 2) melhora as condições do ambiente urbano através do sequestro de dióxido de carbono, libertação de oxigénio, filtração e adsorção de partículas poluentes e mitigação da poluição sonora; 3) regula os efeitos de episódios extremos de precipitação, melhorando também o escoamento superficial e a infiltração da água pelo solo e subsolo; 4) promove o uso da rua por peões e a utilização de modos suaves de mobilidade, contrariando os efeitos nefastos do sedentarismo na saúde; 5) contribui de um modo geral para a saúde mental, ao promover sensações e experiências sensoriais positivas derivadas do contacto e observação de elementos da natureza. Neste sentido, revela-se importante potenciar a arborização de uma cidade, especialmente nas zonas mais intensamente utilizadas pelos cidadãos.

Simultaneamente, a arborização de arruamento assume um papel fundamental no funcionamento ecológico, principalmente ao reforçar a conectividade biofísica entre os diversos espaços naturais e verdes da cidade. A presença contínua de vegetação ao longo de uma rua arborizada contribui positivamente para a manutenção de habitats, é fonte de refúgio e alimento de várias espécies de fauna e flora, sendo essencial para a sua movimentação e dispersão entre diferentes espaços, contribuindo assim para a qualidade da biodiversidade à escala local e regional.

Idealmente, todas as ruas da cidade deveriam ser arborizadas, com a maior brevidade possível, para que os seus utilizadores pudessem beneficiar de todo o potencial que cada rua pode oferecer. Como isto é de difícil concretização, considera-se que a atribuição de diferentes prioridades de intervenção permite uma melhor orientação do esforço de arborização. Neste âmbito, criou-se uma **escala de prioridades** baseada em três parâmetros principais:

- 1) Arborização existente;
- 2) Rede de conexão da Estrutura Ecológica Municipal;
- 3) Rede de mobilidade suave.

4.1. Arborização existente

O estado atual da arborização de arruamento foi avaliado na fase de diagnóstico do anterior relatório (Relatório 1, 2021) com base nos dados de levantamento do inventário arbóreo realizado pela Câmara Municipal do Porto até maio de 2021. Para esta fase do trabalho, a avaliação foi sumarizada em três categorias de ruas arborizáveis (Figura 4.2), sendo que as bases de dados foram pontualmente atualizadas, tendo sido acrescentadas como ruas arborizadas algumas ruas cuja arborização não constava ainda do inventário.



Figura 4.2 – Ruas arborizáveis classificadas de acordo com a situação existente da sua arborização.

As ruas arborizáveis foram assim classificadas, segundo o estado atual da sua arborização, do seguinte modo:

- **Ruas por arborizar:** correspondem aos troços de ruas arborizáveis que não apresentam atualmente a presença dominante de elementos arbóreos.
- **Ruas arborizadas com espécie inadequada:** correspondem aos troços de ruas arborizáveis que estão atualmente arborizados com:
 - 1) espécies de dimensão que não se adequa à largura da rua em que se encontra (por exemplo, espécie de copa larga numa rua estreita; ver Tabela 4.1);
 - 2) espécies cujas dimensões não cumprem as expectativas de uma árvore de arruamento, de acordo com a reflexão anteriormente formulada (subcapítulo 3.1), nomeadamente as que não atingem pelo menos 10m de altura num intervalo de tempo de 20 a 30 anos;
 - 3) espécies de caráter invasor, segundo o Decreto-Lei n.º 92/2019;
 - 4) espécies que não se adequam à condição de arruamento, ou seja, espécies com floração ou frutificação que originam resíduos que possam causar conflitos com os utilizadores.
- **Ruas arborizadas com espécie adequada:** correspondem aos troços de ruas arborizáveis que possuem elementos arbóreos que se adequam à largura da rua (ver Tabela 4.1). Para este parâmetro apenas foi avaliada a combinação da dimensão da espécie, o tipo de alinhamento e a largura da rua, não tendo sido considerados outros fatores, como, por exemplo, a distância do elemento arbóreo às fachadas dos edifícios.

No anexo 8.1, pode ser consultada uma lista com espécies existentes nas ruas do Porto que se enquadram na categoria de espécies inadequadas para arruamento.

Tabela 4.1 – Síntese da adequação da combinação da largura da copa, tipo de alinhamento e largura da rua (derivada do estudo apresentado no subcapítulo 3.2 e Anexo 8.2).

	RUA ESTREITA (10m ≤ largura < 14m)	RUA MÉDIA (14m ≤ largura < 18m)	RUA LARGA (18m ≤ largura < 26m)	RUA MUITO LARGA (largura ≥ 26m)
ÁRVORES DE COPA ESTREITA (copa ≤ 4m)	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento unilateral ou central • Inadequadas em alinhamento bilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central ou unilateral • Inadequadas em alinhamento múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo
ÁRVORES DE COPA MÉDIA-ESTREITA (4m < copa ≤ 6m)	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento unilateral ou central • Inadequada em alinhamento bilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central ou unilateral • Inadequadas em alinhamento múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo
ÁRVORES DE COPA MÉDIA-LARGA (6m < copa ≤ 8m)	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento central • Inadequadas em alinhamento bilateral, unilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento unilateral ou central • Inadequadas em alinhamento bilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo
ÁRVORES DE COPA LARGA (8m < copa ≤ 12m)	<ul style="list-style-type: none"> • Inadequadas em qualquer tipo de alinhamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento central • Inadequadas em alinhamento bilateral, unilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento unilateral ou central • Inadequadas em alinhamento bilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo
ÁRVORES DE COPA MUITO LARGA (copa >12m)	<ul style="list-style-type: none"> • Inadequadas em qualquer tipo de alinhamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Inadequadas em qualquer tipo de alinhamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento central • Inadequada em alinhamento bilateral, unilateral ou múltiplo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequadas* em alinhamento bilateral, central, unilateral ou múltiplo

*Não foi verificado o afastamento à fachada ou ao limite lateral da rua.

O estado atual da arborização serve como indicador atual da premência de intervenção em cada rua relativa a questões de arborização. De um modo geral, considera-se que uma **rua por arborizar** tem **maior prioridade** de intervenção do que uma rua já arborizada; cerca de 63,7% das ruas arborizáveis estão ainda por arborizar.

No mesmo sentido, e embora com menos prioridade, as **ruas arborizadas com espécies inadequadas**, como acima identificadas, merecem também uma revisão da sua arborização de modo a potenciar os benefícios fornecidos aos utilizadores; estas constituem 23,9% das ruas arborizáveis.

Embora sejam aqui consideradas pouco prioritárias, isto não invalida que também se faça uma reflexão sobre a arborização das **ruas arborizadas com espécies adequadas** (12,3% das ruas arborizáveis), especialmente em casos de localização problemática dos elementos arbóreos, como por exemplo excessiva proximidade das fachadas.

Devido à elevada imprevisibilidade dos sistemas biofísicos, vivos e dinâmicos, e falta de dados espacialmente restituídos, não foram tidos em conta alguns parâmetros especialmente relacionados com a integridade da árvore, que poderão também influenciar a urgência da intervenção na arborização de arruamento. Qualquer rua cuja arborização seja afetada por **problemas fitossanitários** (pragas ou doenças) ou problemas causados por **fenómenos climáticos extremos** (tempestades, seca extrema, ondas de calor, etc.), deve ter uma **prioridade excepcional** de intervenção, visto que uma lesão grave ou morte da árvore origina um aumento substancial no risco para os utilizadores da rua. A

gestão do arvoredo urbano no espaço público será atenta ao surgimento destes problemas e deverá agir com a maior brevidade possível, ao nível do indivíduo arbóreo ou da rua, consoante a escala do problema, minimizando o risco de queda de ramos ou da árvore na totalidade.

4.2. Estrutura Ecológica Municipal: rede de conexão

A Estrutura Ecológica Municipal pode ser considerada como o instrumento de ordenação basilar no que concerne à proteção dos sistemas naturais em contexto urbano. De acordo com o Plano Diretor Municipal do Porto (CMP, 2020b), o estabelecimento da Estrutura Ecológica Municipal nesta cidade tem como principais objetivos a valorização do espaço urbano, através da conservação e integração dos espaços verdes e naturais; esta é reconhecida como ferramenta essencial para a promoção da resiliência do território face às alterações climáticas. No âmbito da estrutura ecológica, os corredores verdes assumem um papel central na garantia da continuidade entre os diferentes espaços verdes e espaços naturais e, na perspetiva da utilização pelos cidadãos, destaca-se a importância da rede de conexão. A **rede de conexão** consiste num dos constituintes dos corredores verdes, materializada ao nível das ruas que deverão participar na manutenção da conectividade da estrutura ecológica, através do reforço da arborização e potenciação das áreas permeáveis. Neste âmbito, as ruas que compõem a rede de conexão devem desempenhar “um papel importante ao nível da drenagem superficial, da captura de dióxido de carbono e do conforto bioclimático, contribuindo decisivamente para a qualidade do ambiente urbano” (CMP, 2020b).



Figura 4.3 – Ruas existentes que integram a rede de conexão da Estrutura Ecológica Municipal.

Todas as ruas da cidade foram categorizadas de acordo com a sua relação com a rede de conexão da Estrutura Ecológica Municipal. Esta é aproximadamente constituída por 116,2km de ruas, que estão distinguidas na Figura 4.3 de acordo com a oportunidade de arborização: ruas arborizáveis (58,7%),

ruas não arborizáveis (3,9%) e ruas associadas a espaços parcelares (37,4%). Neste mapa incluem-se apenas as ruas atualmente existentes, não estando representadas as propostas para novos arruamentos.

Devem ser consideradas como prioritárias para a arborização as ruas que pertencem à rede de conexão da Estrutura Ecológica Municipal. Neste conjunto, são as ruas arborizáveis as que deverão constituir o foco principal, pois é nestas que é mais viável a concretização da arborização. Mais de metade (52,5%) das ruas arborizáveis da rede de conexão já se encontra arborizada; embora não se considere que necessitem de intervenção urgente, muitas destas ruas poderão ser alvo de melhoria no que toca, por exemplo, a questões de drenagem superficial, conforto bioclimático e qualidade estética. Por outro lado, as ruas da rede de conexão **não arborizadas** (47,5%) ainda não desempenham um papel positivo para a Estrutura Ecológica Municipal, exigindo por isso a sua rápida arborização.

4.3. Mobilidade suave: rede pedonal e rede de ciclovias

Um dos grandes objetivos do atual Plano Diretor Municipal do Porto envolve a promoção de modos suaves de deslocação, que deve ser baseada na melhoria do espaço público em termos de condições bioclimáticas e na adequação das infraestruturas. O PDM prevê a criação de uma **rede pedonal estruturante**, sustentada essencialmente em *percursos eficientes*, e uma **rede estruturante de ciclovias**, composta por *corredores de circulação ciclável* (CMP, 2020b). Também no âmbito da promoção da mobilidade suave, são identificadas no PDM as “Zonas XXI” que são “áreas piloto, que têm como objetivo principal a redução do espaço ocupado pelo automóvel, com a eliminação do estacionamento à superfície e a requalificação do espaço público” (CMP, 2020b).

Neste subcapítulo, as ruas da cidade foram classificadas de acordo com a sua participação na rede pedonal estruturante e na rede estruturante de ciclovias, como assinalado na planta complementar “Carta de Infraestruturas de Modos Suaves” (CMP, 2020b); foram também incluídas na rede estruturante de ciclovias as ruas abrangidas pelo Programa “Portugal Ciclável 2030”. Tal como na reflexão já anteriormente feita para a estrutura ecológica, apenas se consideraram os arruamentos atualmente existentes.

A Figura 4.4 mostra as ruas que pertencem a ambas as redes estruturantes, aqui designadas no seu conjunto como **rede de mobilidade suave**. A rede de mobilidade suave integra 92,65 km de ruas, das quais 54,2% são ruas arborizáveis, 13,9% são ruas não arborizáveis e 31,9% são ruas associadas a espaços parcelares. Novamente, as ruas em foco neste plano são as ruas arborizáveis, onde o espaço disponível é compatível com a existência sustentável da árvore para que possa efetivamente melhorar o ambiente da rua.

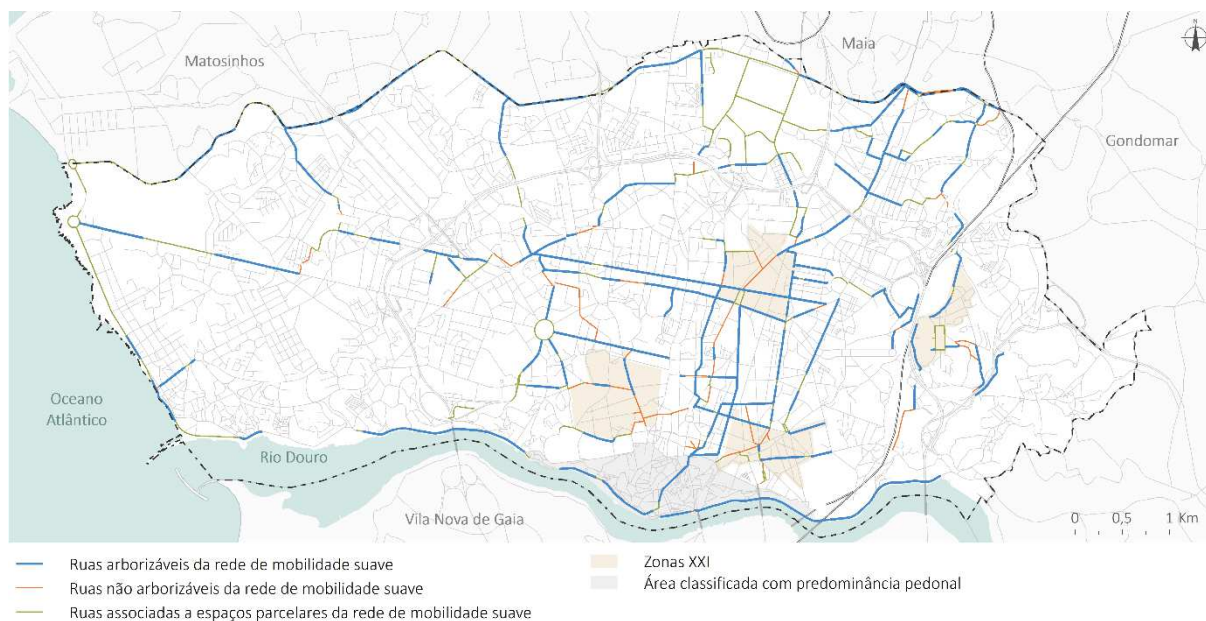


Figura 4.4 – Ruas existentes que integram a rede de mobilidade suave, e a sua articulação com as Zonas XXI e área classificada com predominância pedonal (PDM, 2020).

As ruas arborizáveis da rede de mobilidade suave podem considerar-se como **prioritárias** no que concerne à sua arborização, pela maior probabilidade de concentração de fluxos de utilizadores mais vulneráveis, especialmente no que diz respeito à circulação pedonal. Tal como plasmado no PDM, estas ruas devem oferecer boas condições bioclimáticas de modo a garantir o conforto dos seus utilizadores. Neste sentido, considera-se que a arborização de arruamento é a principal ferramenta para providenciar este conforto bioclimático (CMP, 2020b), especialmente devido à proteção que as árvores oferecem face à exposição solar, precipitação e ventos fortes. De entre as ruas arborizáveis da rede de mobilidade suave, 55,7% não são ainda arborizadas.

4.4. Canais rodoviários: rede de serviço municipal

As ruas do Porto são também classificadas nos principais instrumentos de gestão territorial de acordo com a sua importância para a distribuição de fluxos rodoviários na cidade. Neste contexto, as ruas aqui analisadas são consideradas como canais rodoviários de serviço municipal, podendo ser classificadas como eixos urbanos estruturantes, eixos urbanos complementares e ruas de provimento local (CMP, 2020b). Na Figura 4.5 estão representadas as ruas existentes classificadas como eixo urbano estruturante ou eixo urbano complementar, sendo o seu conjunto designado como **rede de canais rodoviários de serviço municipal**. Esta rede é constituída por 180,85km e inclui ruas arborizáveis (57,50%), ruas não arborizáveis (10,07%) e ruas associadas a espaços parcelares (32,43%).

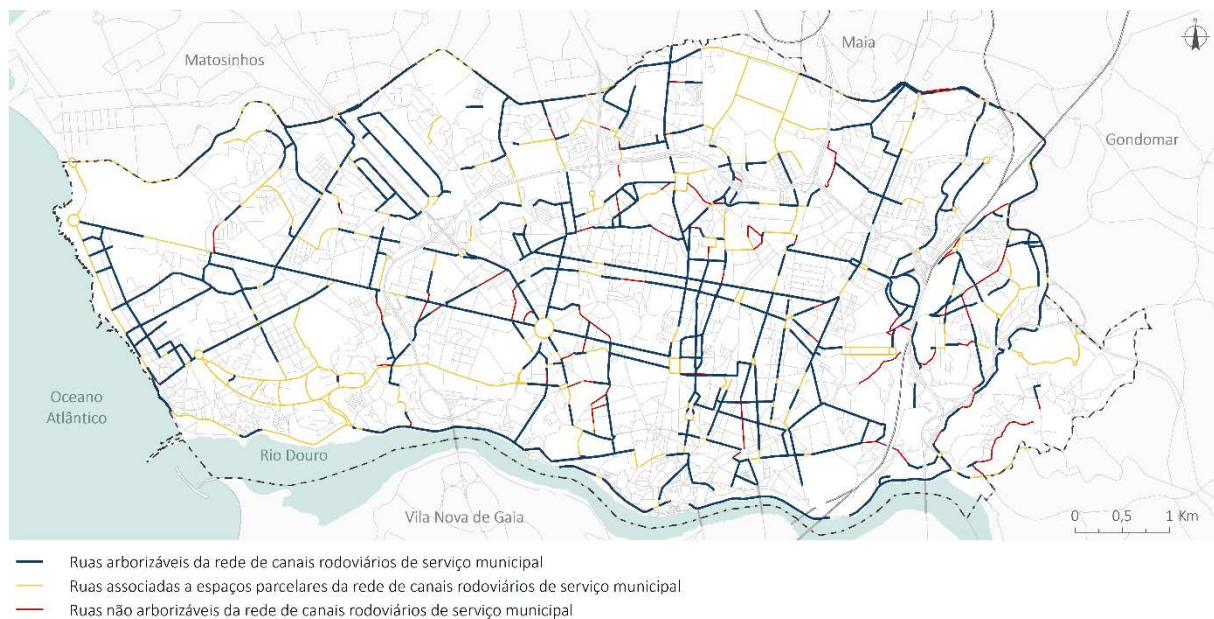


Figura 4.5 – Ruas existentes que integram a rede de canais rodoviários de serviço municipal.

Do ponto de vista da situação existente, apenas 45,69% das ruas arborizáveis desta rede já se encontram arborizadas. A arborização destas ruas com maior importância para o trânsito automóvel pode tornar-se bastante relevante, no sentido da mitigação da poluição atmosférica, separação de fluxos de diferente natureza e melhoramento geral da amenidade da rua. No entanto, este parâmetro não foi considerado aquando da definição das prioridades de arborização.

De qualquer modo, a rede de arborização não entra em conflito com a hierarquia proposta para a rede viária municipal, pois todo o conceito seguido neste plano assenta na articulação entre dimensão da rua e da árvore, havendo soluções ajustáveis a todos os tipos de canais rodoviários, como se pode perceber no capítulo 5 (modelos de arborização).

4.5. Rede prioritária de arborização

A classificação das ruas de acordo com uma escala de prioridades permite mais facilmente alocar os esforços de arborização para onde esta ainda não existe e onde teria um maior contributo ao nível do metabolismo socio-ecológico da cidade.

Em primeiro lugar, foram excluídas desta classificação de prioridades as ruas arborizadas cuja arborização remonta, pelo menos, à primeira metade do século XX, que refletem ainda algumas características paisagísticas e/ou arquitetónicas semelhantes às originais e que possuem uma relevância histórica no contexto do Porto. Deste conjunto de **ruas com arborização associada a desenho urbano de carácter histórico ou referencial**, podem destacar-se várias ruas da zona histórica balnear da Foz (por exemplo, a Rua de Gondarém ou a Rua de Marechal Saldanha), a Rua de António Cardoso, a Avenida de Rodrigues de Freitas, a Avenida dos Combatentes da Grande Guerra e alguns troços da Estrada da Circunvalação (Figura 4.8).

Posteriormente, as restantes ruas arborizáveis foram agrupadas de acordo com as oportunidades de arborização que apresentam face à sua **largura**. Deste modo, considerou-se que as ruas estreitas apresentam opções de arborização mais limitadas em relação à diversidade de espécies e tipos de alinhamento compatíveis com a sua largura, o que resulta geralmente numa menor proporção de coberto arbóreo comparativamente ao que pode ocorrer nas ruas médias, largas ou muito largas. Por esta razão, considerou-se que as ruas estreitas devem ter uma menor prioridade de intervenção em relação a ruas médias, largas e muito largas (onde a arborização é mais viável).

Finalmente, os três parâmetros apresentados mais acima (situação da arborização existente, inclusão na rede de conexão da Estrutura Ecológica Municipal e inclusão na rede de mobilidade suave) foram analisados em conjunto de modo a ordenar as ruas arborizáveis segundo uma escala de cinco níveis de prioridade de intervenção no que concerne à sua arborização:

- 1) Prioridade muito alta;
- 2) Prioridade alta;
- 3) Prioridade média;
- 4) Prioridade baixa;
- 5) Prioridade muito baixa.

O processo de classificação desta escala de prioridades está explicitado na árvore de decisão da Figura 4.6 e Figura 4.7, respetivamente para o conjunto das ruas médias, largas e muito largas e para o conjunto das ruas estreitas.

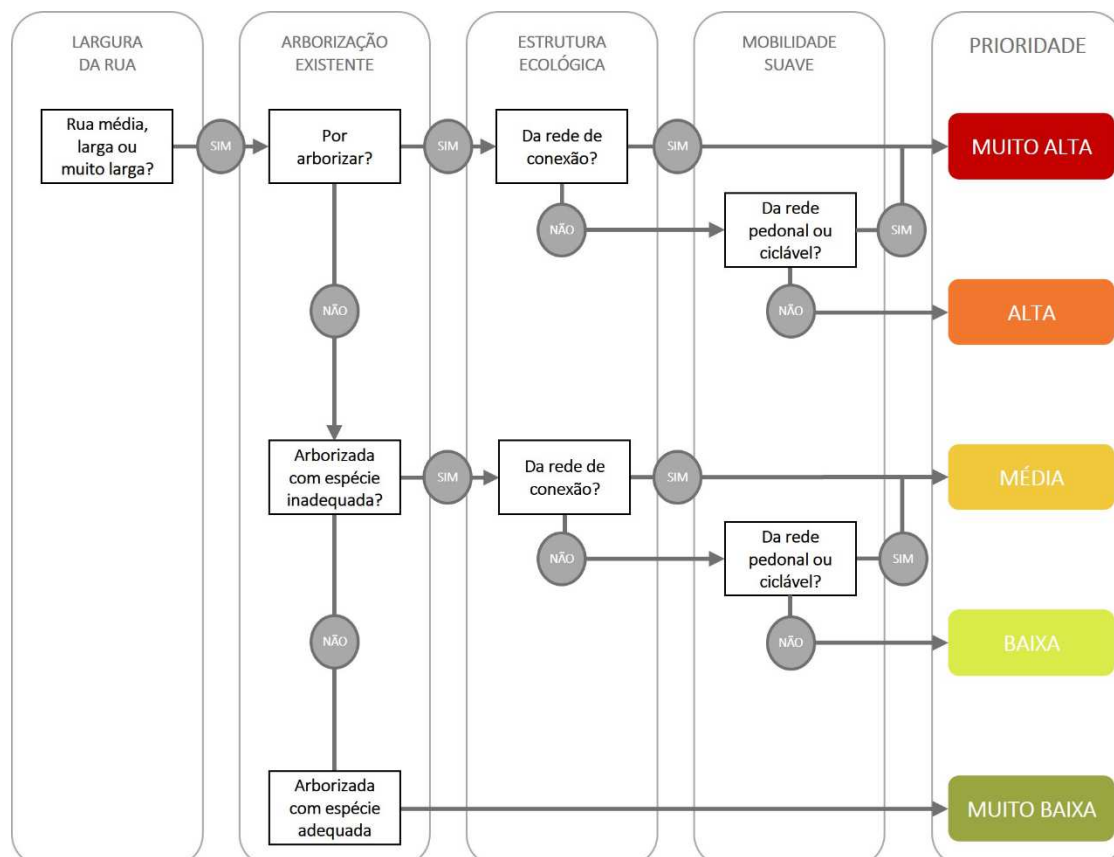


Figura 4.6 – Árvore de decisão para a classificação das ruas médias, largas e muito largas de acordo com a sua prioridade de intervenção na arborização.

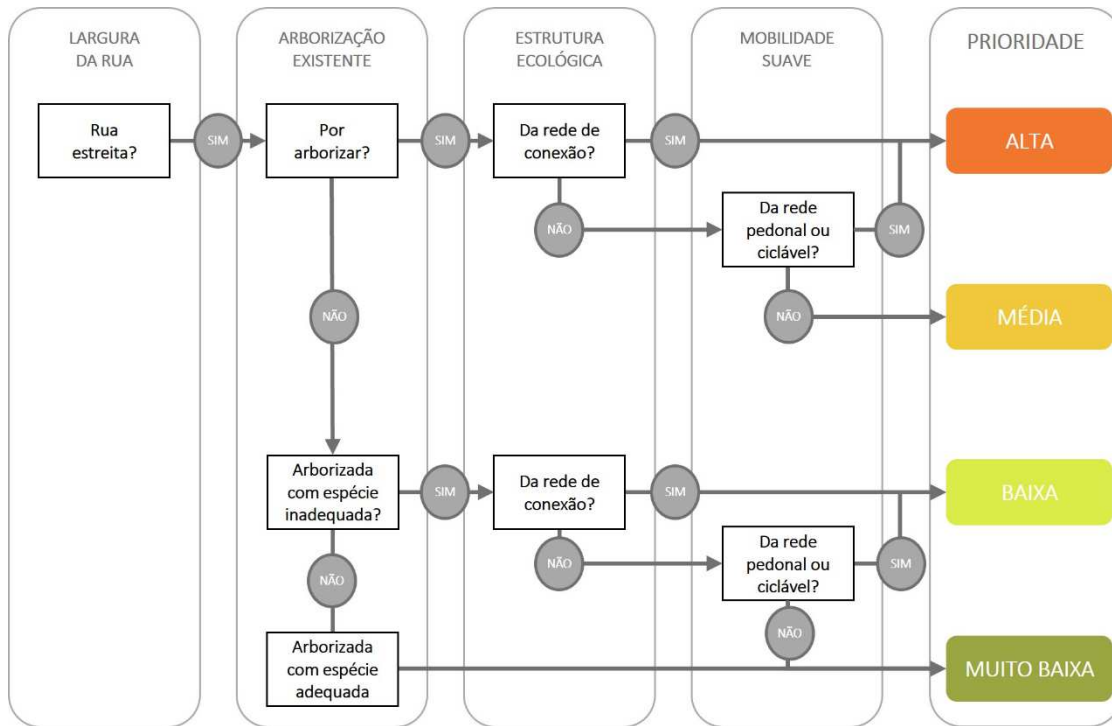


Figura 4.7 – Árvore de decisão para a classificação das ruas estreitas de acordo com a sua prioridade de intervenção na arborização.

A rede prioritária de arborização das ruas do Porto está representada na Figura 4.8 e é constituída por 203,8 km de ruas arborizáveis.



Figura 4.8 – Rede prioritária de arborização, organizada de acordo com os critérios anteriormente descritos.

Deste conjunto, considera-se que 11,6% têm uma **prioridade muito alta** de arborização. Estas ruas correspondem a ruas médias, largas e muito largas, não arborizadas e que integram a rede de conexão

da Estrutura Ecológica Municipal e/ou a rede de mobilidade suave; estas concentram-se essencialmente na zona mais central da cidade (no interior da VCI). Destacam-se nesta categoria a Rua de Serpa Pinto, a Rua da Constituição, a Rua de João Pedro Ribeiro, a Rua de Camões, a Rua de D. Manuel II, a Rua de Alexandre Herculano e a Rua de Pinto Bessa.

As ruas com **prioridade alta** de arborização (26,0%) correspondem a: 1) ruas médias, largas ou muito largas não arborizadas, mas que não pertencem às redes da estrutura ecológica ou da mobilidade suave; 2) ruas estreitas não arborizadas que pertencem à rede de conexão e/ou à rede de mobilidade suave. As ruas desta categoria concentram-se principalmente na zona central da cidade (por exemplo, Rua da Boavista, Rua de Álvares Cabral, Rua da Alegria, Rua da Firmeza, Rua do Heroísmo) e na zona noroeste (Rua de Delfim Ferreira, Rua do Engenheiro Ezequiel de Campos, Rua do Lidador, Rua do Revilão, Avenida de Fontes Pereira de Melo).

As ruas com **prioridade média** (35,0%) correspondem fundamentalmente a ruas médias ou largas arborizadas com espécie inadequada que integram a rede de conexão e/ou a rede de mobilidade suave, assim como a ruas estreitas por arborizar que não pertencem à rede de conexão nem à rede de mobilidade suave. Localizam-se um pouco por toda a cidade, mas destacam-se aqui: um longo troço da Avenida da Boavista, a Rua de Cinco de Outubro, a Rua do Rosário, a Rua do Amial, a Rua de Vale Formoso, a Rua de Antero de Quental e a Rua de Anselmo Braamcamp.

A maioria das ruas com **prioridade baixa** (9,0%) e com **prioridade muito baixa** (18,4%) corresponde a ruas que já se encontram arborizadas e em que a espécie utilizada apresenta baixa probabilidade de gerar conflitos com os utilizadores. Estas parecem estar maioritariamente associadas a zonas residenciais, como o Bairro de Marechal Gomes da Costa ou o Bairro de Guerra Junqueiro, e à zona industrial (Rua de Manuel Pinto de Azevedo e Rua do Engenheiro Ferreira Dias).

5. Modelos e exemplos de arborização de arruamento

5.1. Introdução aos modelos

Os modelos de arborização pretendem dar uma orientação sugestiva a aplicar nas ruas arborizáveis do Porto, dependendo da sua largura (Figura 5.1; Relatório 1, 2021). Foram assim deduzidos modelos para:

- **Ruas estreitas:** com largura igual ou superior a 10m e inferior a 14m (45,7% das ruas arborizáveis);
- **Ruas médias:** com largura igual ou superior a 14m e inferior a 18m (27,7% das ruas arborizáveis);
- **Ruas largas:** com largura igual ou superior a 18m e inferior a 26m (18,0% das ruas arborizáveis);
- **Ruas muito largas:** com largura igual ou superior a 26m (8,6% das ruas arborizáveis).



Figura 5.1 – Ruas arborizáveis organizadas segundo a sua largura.

A partir do estudo das oportunidades de arborização de acordo com o espaço disponível nas ruas (ver subcapítulo 3.2 e Anexo 8.2) foram selecionadas algumas composições para desenvolver com maior pormenor (Tabela 5.1). Esta seleção incidu sobre as composições que sugerem melhor desempenho no que diz respeito à sua simetria, facilidade de execução, depuração e harmonia; foram ainda privilegiadas as composições que permitem tirar partido da maior árvore possível, sempre considerando a minimização dos conflitos com os outros elementos e funções da rua. Estas composições vão estar na base dos modelos gerais de arborização apresentados.

Tabela 5.1 – Apresentação dos modelos de arborização, organizados de acordo com a largura de rua recomendada para a sua aplicação.

MODELO	ÁRVORES	ALINHAMENTO	LARGURA DA RUA (m)			
			10 Estreita	14 Média	18 Larga	26 Muito larga
1	Copa estreita	Unilateral	[Barra amarela]			
2	Copa média-larga	Central		[Barra azul]		
3	Copa estreita	Bilateral		[Barra verde]		
4	Copa média-estreita	Bilateral		[Barra verde]		
5	Copa larga	Central		[Barra azul]		
6	Copa média-larga	Bilateral		[Barra verde]		
7	Copa média-larga	Central duplo		[Barra azul]		
8	Copa média-larga + copa estreita	Múltiplo (central + laterais)		[Barra laranja]		
9	Copa muito larga	Central		[Barra azul]		
10	Copa larga	Bilateral		[Barra verde]		
11	Copa larga	Central duplo		[Barra azul]		
12	Copa larga + copa média-estreita	Múltiplo (central + laterais)		[Barra laranja]		
13	Copa larga + copa média-larga	Múltiplo (central + laterais)		[Barra laranja]		
14	Copa média-larga + copa média-estreita	Múltiplo (central duplo+laterais)		[Barra laranja]		
15	Copa muito larga	Bilateral		[Barra verde]		
16	Copa muito larga	Central duplo		[Barra azul]		
17	Copa muito larga + copa média-larga	Múltiplo (central + laterais)		[Barra laranja]		
18	Copa larga + copa média-estreita	Múltiplo (central duplo+laterais)		[Barra laranja]		

Os modelos de arborização propõem composições de árvores de diferentes dimensões considerando várias hipóteses para a sua localização, no âmbito do **espaço público**, isto é, dentro dos **limites laterais da rua**. Isto significa que se pretende que a arborização pública se resolva nesses limites, minorando conflitos com as propriedades privadas confinantes.

Para a criação dos modelos, foram considerados os **três componentes fundamentais** de uma rua arborizada: 1) a arborização, 2) a mobilidade pedonal e 3) a mobilidade viária, garantindo sempre o cumprimento das dimensões mínimas para o espaço de implantação da árvore (caldeira ou faixa permeável contínua; subcapítulo 3.1) e para os fluxos essenciais (subcapítulo 3.2). Todos os modelos de arborização são ilustrados com uma representação em corte e em planta, indicando assim mais claramente a espacialização dos diferentes componentes tanto no sentido transversal, como no sentido longitudinal da rua.

Por motivos operativos e para simplificação, a representação do **espaço da arborização** restringe-se ao espaço necessário para a implantação da árvore, ao nível do solo e pavimentos. Salienta-se no entanto que o metabolismo e a sobrevivência da árvore dependem da preservação de todo o seu espaço vital (Figura 3.1, subcapítulo 3.1) e não só desta zona à superfície; tem necessariamente de se ter em conta que a arborização vai ter um efeito impactante em todos os seus espaços confinantes, bem como

sobre outros elementos da rua e seus utilizadores. Esta influência provoca modificações na rua, as quais devem constantemente ser monitorizadas e adequadas durante o ciclo de vida das árvores, como por exemplo: modificação dos pavimentos, modificação do microclima (mais sombra e mais humidade), modificação da biodiversidade, modificação da qualidade estética e referencial.

Nos modelos, o espaço da arborização é representado em banda, que pode traduzir-se, na prática, numa faixa permeável contínua ou num conjunto de caldeiras individualizadas. Para além de proporcionar um melhor desempenho no que diz respeito à escorrência e infiltração da água, a opção por faixas permeáveis contínuas oferece também melhores condições para o desenvolvimento do sistema radicular da árvore, garantindo maior volume de solo e menor probabilidade de perturbação das raízes. Embora o zonamento associe este espaço à arborização, considera-se compatível a coincidência com outros usos; por exemplo, as áreas associadas a alinhamentos centrais podem comportar zonas de circulação e estadia pedonal, bem como as áreas entre caldeiras associadas a alinhamentos laterais podem ser usadas para zonas de estadia ou estacionamento paralelo.

Cada modelo inclui, obrigatoriamente, dois **espaços para a mobilidade pedonal (ou espaços pedonais)**, associados aos limites laterais da rua. Estes são os locais com maior predisposição para a ocorrência de circulação pedonal, incluindo a de pessoas com mobilidade reduzida, que devem permitir a circulação ao longo da rua e o acesso a edifícios e propriedades. Consoante as necessidades e o espaço disponível em cada rua, a zona definida como espaço pedonal pode incluir também zonas de estadia ou ciclovias segregadas.

Os **espaços para a mobilidade viária (ou espaços viários)** garantem a circulação de veículos de emergência de grandes dimensões e, por isso, oferecem condições para a presença de tráfego automóvel e de outros veículos (motorizados ou não). Dependendo da largura da rua, este espaço pode integrar um diverso número de vias de circulação, ciclovias segregadas ou estacionamento. Em algumas situações pode ser pertinente reservar este espaço para uso pedonal, nunca comprometendo o corredor recomendado para a passagem do veículo de emergência. No caso de o corredor pedonal e o corredor viário serem totalmente contíguos, a largura para o corredor de emergência poderá ser garantida pela soma da largura dos dois espaços.

A Figura 5.2 explica o conteúdo dos modelos, no que concerne ao seu zonamento e dimensões associadas aos componentes mais importantes. É indicado, em cada modelo, um intervalo de largura considerado adequado para cada tipo de componente, que pode variar em função da largura da rua ou das funções que se pretende que acolha.

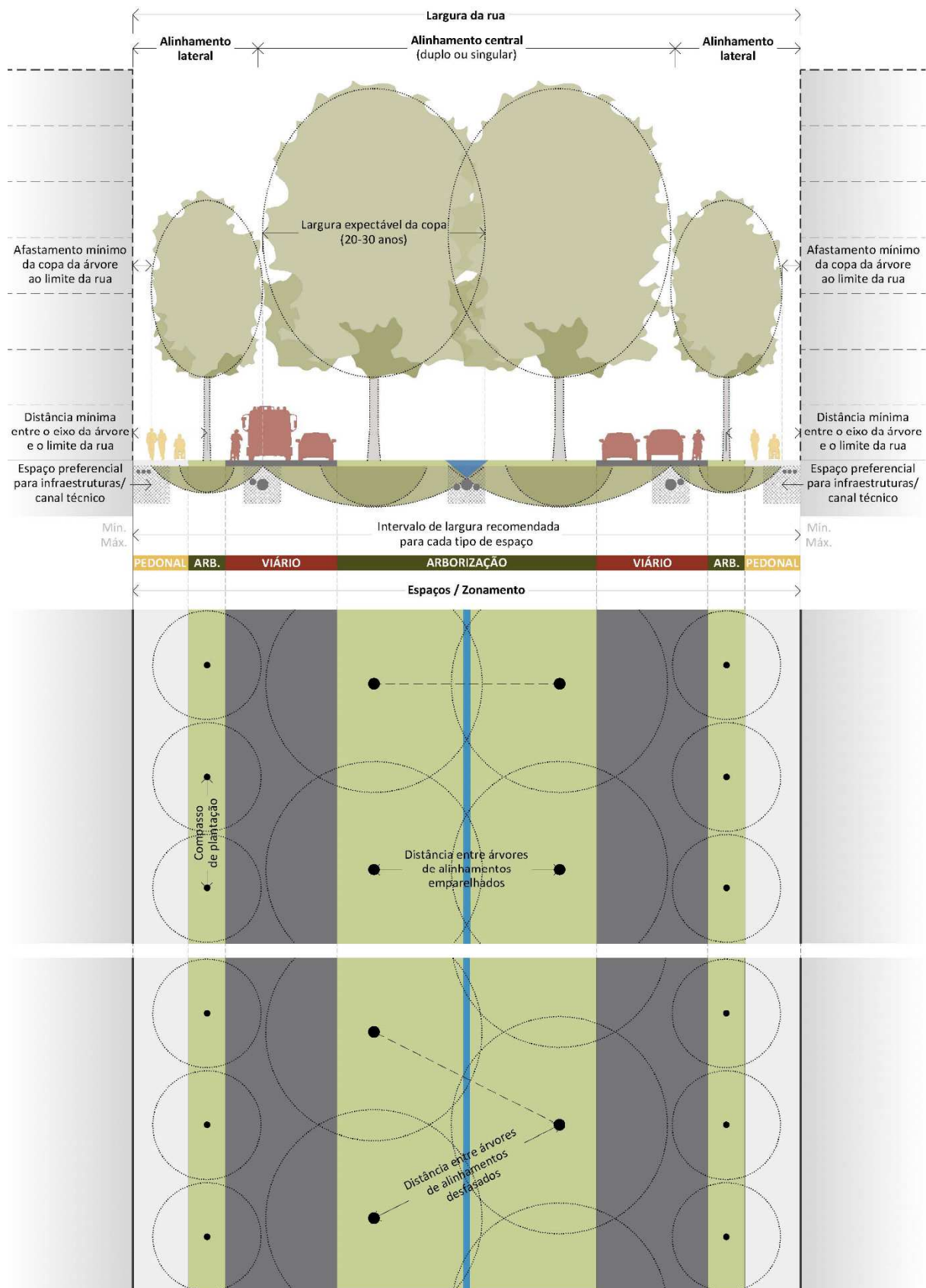


Figura 5.2 – Representação geral de um modelo de arborização, salientando os principais componentes e suas dimensões.

5.2. Modelos para ruas estreitas

Modelo 1 – Rua estreita com alinhamento unilateral de árvores de copa estreita

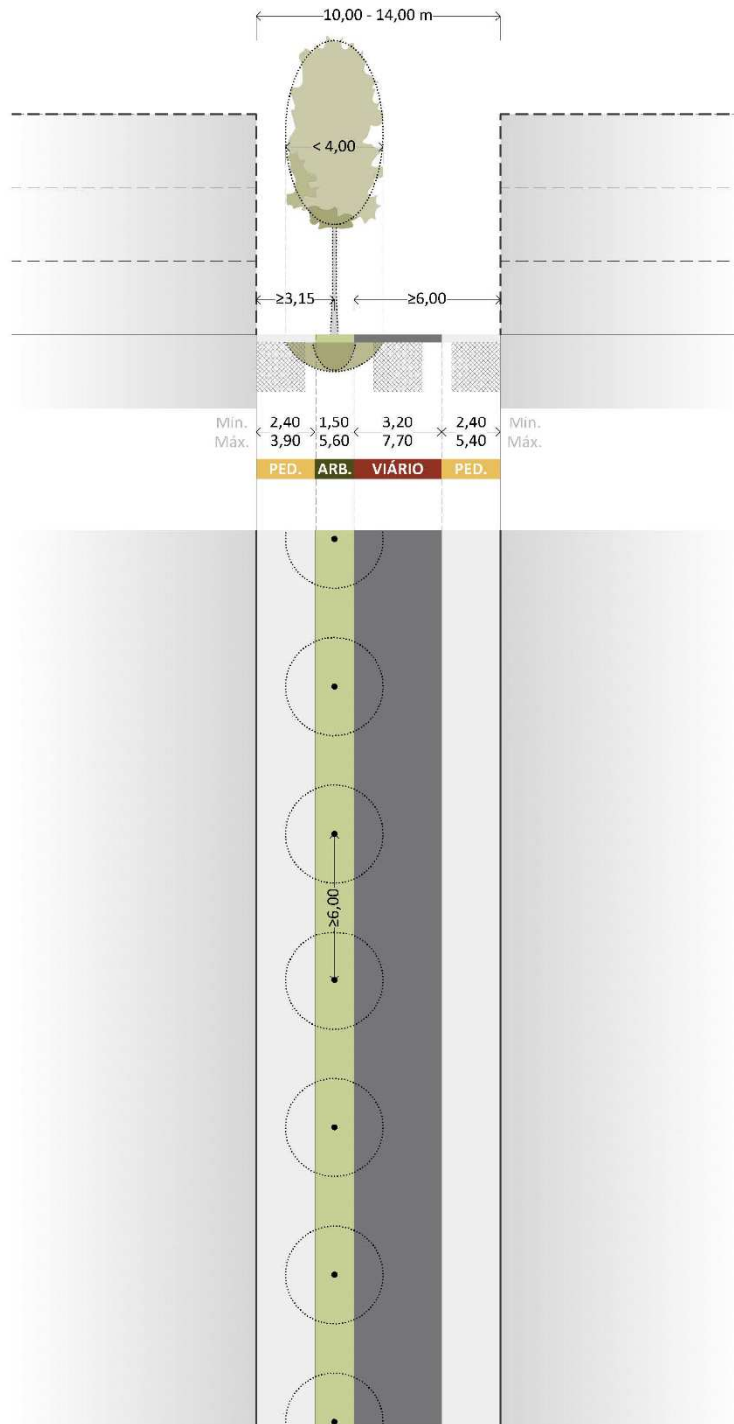


Figura 5.3 – Representação do modelo 1, em corte e em planta.

Tabela 5.2 – Especificações do modelo 1.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 10m e inferior a 14m
Tipo de alinhamento	Unilateral
Classe de largura de copa	Estreita (inferior a 4m) – ver Tabela 3.1 (pág. 13)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 3m
Compasso de plantação	Mínimo 6m

Modelo de arborização desenvolvido para ruas estreitas, de largura igual ou superior a 10m e inferior a 14m, utilizando um alinhamento unilateral composto por árvores de copa estreita (inferior a 4m; Tabela 3.1, subcapítulo 3.1.1.). No caso particular de ruas estreitas com largura superior a 12m, será ainda possível a utilização de uma árvore média-estreita (4 a 6m; Tabela 3.2, subcapítulo 3.1.2), o que obriga a que seja implantada mais distante da fachada (distância mínima de 4m).

O espaço da arborização localiza-se entre um dos espaços de mobilidade pedonal e o espaço de mobilidade viária, podendo ter uma largura entre 1,50m e 5,60m. Este espaço pode traduzir-se numa faixa permeável contínua ou em caldeiras individualizadas. A solução de faixa permeável contínua providencia maior superfície de infiltração e melhores condições de habitat e de solo para a flora e para a fauna na rua, mas o recurso a caldeiras permite a alocação da área entre árvores para outras funções, como a estadia ou estacionamento. A utilização de caldeiras origina uma drástica redução da permeabilidade da rua e obriga frequentemente a um maior afastamento das árvores e consequente redução do coberto arbóreo potencial da rua (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura compreendida entre 2,40m e 3,90m, do lado junto à arborização (pode atingir 5,40m do lado oposto). O espaço de mobilidade viária situa-se aproximadamente ao centro da rua, com largura compreendida entre 3,20m e 7,70m; dependendo da sua largura, pode compreender uma ou duas vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

O espaço disponível numa rua estreita, entre os 10 e os 14m de largura, dificulta a conciliação das funções essenciais da rua com a arborização. Este modelo inviabiliza a simetria da rua, permitindo apenas árvores num dos seus lados, podendo ser menos interessante do ponto de vista estético e funcional. Para compensar esta desigualdade, o modelo prevê a alternância dos lados arborizados ao longo de troços sequenciais, sobretudo no caso de ruas com orientação norte-sul (ver exemplo 2, páginas 43-45). Em ruas com orientação nascente-poente, a arborização deve localizar-se ao longo das fachadas viradas a sul (mais expostas ao sol). A arborização com apenas um alinhamento de árvores estreitas gera um coberto arbóreo bastante reduzido; de modo a aumentar o interesse ecológico deste modelo, isto poderá ser compensado com o incremento da largura da faixa permeável contínua e recurso a uma árvore ligeiramente maior (para o caso das ruas superiores a 12m).

A aplicação deste modelo é demonstrada nos exemplos 1 e 2 (páginas 42-45).

5.2.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua estreita

Exemplo 1 – Rua estreita (10,40m) com alinhamento unilateral de árvore de copa estreita, do tipo bordo de copa estreita (*Acer campestre* ‘William Caldwell’), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* ‘Slender Silhouette’) ou bétula de copa estreita (*Betula pendula* ‘Obelisk’)

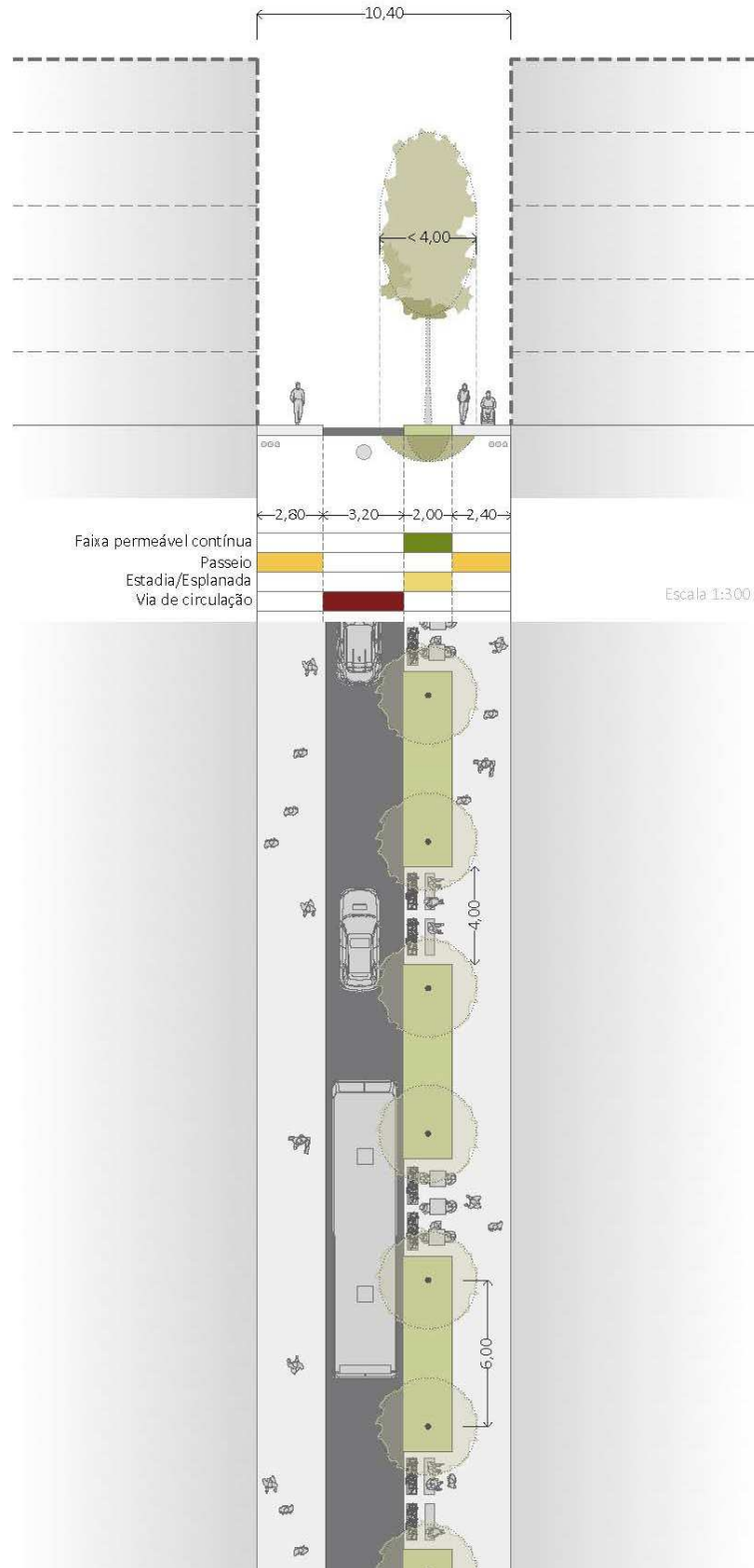


Figura 5.4 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 10,40m, com alinhamento unilateral de árvores de copa estreita, do tipo bordo de copa estreita (*Acer campestre* ‘William Caldwell’), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* ‘Slender Silhouette’) ou bétula de copa estreita (*Betula pendula* ‘Obelisk’).

Exemplo 2 – Rua estreita (12,90m) com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (*Ginkgo biloba* 'Barabits Fastigiata'), faia de copa estreita (*Fagus sylvatica* 'Dawyck Gold') ou tramazeira de copa estreita (*Sorbus aucuparia* 'Sheerwater Seedling')

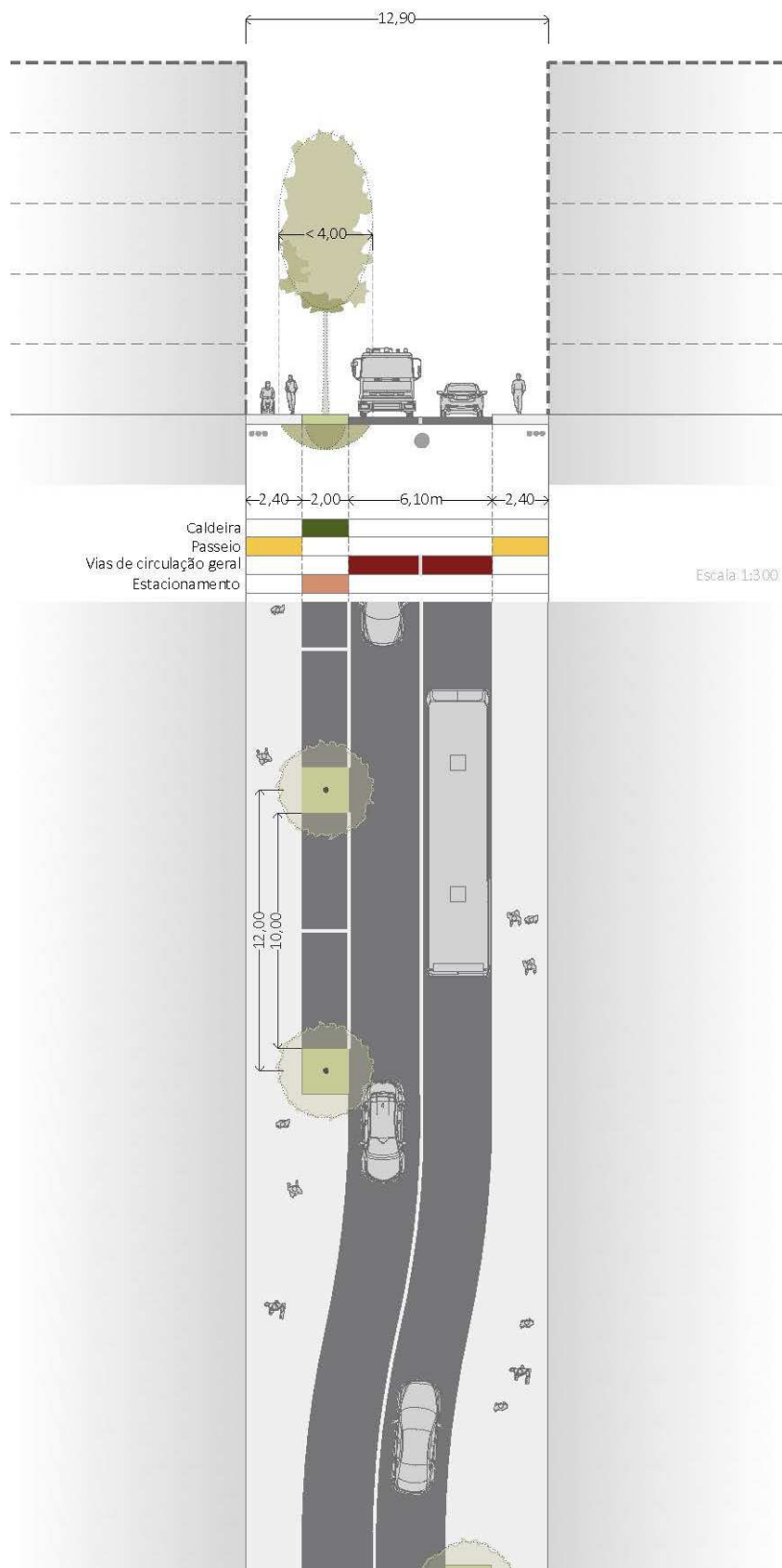


Figura 5.5 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (*Ginkgo biloba* 'Barabits Fastigiata'), faia de copa estreita (*Fagus sylvatica* 'Dawyck Gold') ou tramazeira de copa estreita (*Sorbus aucuparia* 'Sheerwater Seedling').

Exemplo 2 – Rua estreita (12,90m) com alinhamento unilateral de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (*Ginkgo biloba* ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (*Fagus sylvatica* ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (*Sorbus aucuparia* ‘Sheerwater Seedling’)

Visualização realista (<https://www.youtube.com/channel/UCNWyrOhoJiM0rFUjNVBo1tQ>)



Figura 5.6 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (*Ginkgo biloba* ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (*Fagus sylvatica* ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (*Sorbus aucuparia* ‘Sheerwater Seedling’): vista de topo (visualização realista).



Figura 5.7 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (*Ginkgo biloba* ‘Barabits Fastigiata’), faia de copa estreita (*Fagus sylvatica* ‘Dawyck Gold’) ou tramazeira de copa estreita (*Sorbus aucuparia* ‘Sheerwater Seedling’): vista ao centro da rua (visualização realista).



Figura 5.8 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (*Ginkgo biloba* 'Barabits Fastigiata'), faia de copa estreita (*Fagus sylvatica* 'Dawyck Gold') ou tramazeira de copa estreita (*Sorbus aucuparia* 'Sheerwater Seedling'): vista lateral esquerda (visualização realista).



Figura 5.9 – Exemplo de aplicação do modelo 1 numa rua com 12,90m, com alinhamento unilateral alternado de árvores de copa estreita, do tipo ginkgo de copa estreita (*Ginkgo biloba* 'Barabits Fastigiata'), faia de copa estreita (*Fagus sylvatica* 'Dawyck Gold') ou tramazeira de copa estreita (*Sorbus aucuparia* 'Sheerwater Seedling'): vista lateral direita (visualização realista).

5.3. Modelos para ruas médias

Modelo 2 – Rua média com alinhamento central de árvores de copa média-larga

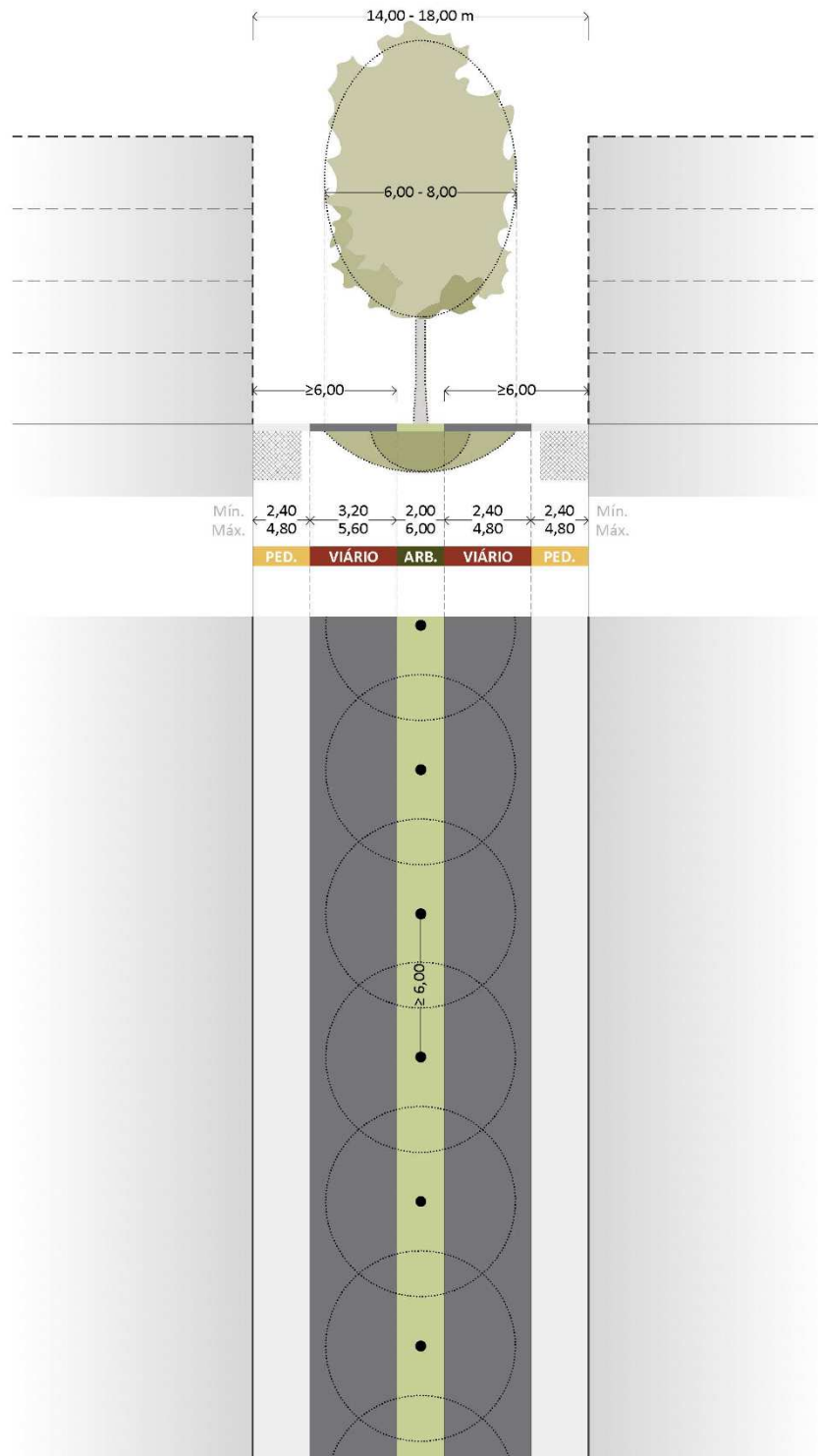


Figura 5.10 – Representação do modelo 2, em corte e em planta.

Tabela 5.3 – Especificações do modelo 2.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 14m e inferior a 18m
Tipo de alinhamento	Central
Classe de largura de copa	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
Compasso de plantação	Mínimo 8m

Modelo de arborização aplicável a ruas médias de largura igual ou superior a 14m e inferior a 18m, utilizando um alinhamento de árvores de copa média-larga (de 6 a 8m; Tabela 3.3, subcapítulo 3.1.3) posicionadas ao centro da rua. Deste modo, o espaço da arborização consiste numa faixa permeável contínua central, com largura entre 2m e 6m. A localização da árvore ao centro da rua liberta o restante espaço para outras funções, garantindo a utilização da maior árvore possível em desenvolvimento natural, minimizando a probabilidade de conflito com as fachadas ou limites da rua.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura compreendida entre 2,40m e 4,80m; para além da circulação pedonal, podem ainda incluir-se áreas de estadia. Existem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com largura compreendida entre 3,20m e 5,60m. Dependendo da largura da rua, cada um dos espaços viários poderá acolher uma ou duas vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Esta espacialização simétrica possibilita as mesmas oportunidades de funções e fluxos em ambos os lados da rua. É relevante realçar que este modelo potencia ainda o seu interesse ecológico, pelo facto de permitir um canal contínuo de permeabilidade verde na faixa central, assim como pelo recurso à maior árvore possível.

Modelo 3 – Rua média com alinhamento bilateral de árvores de copa estreita

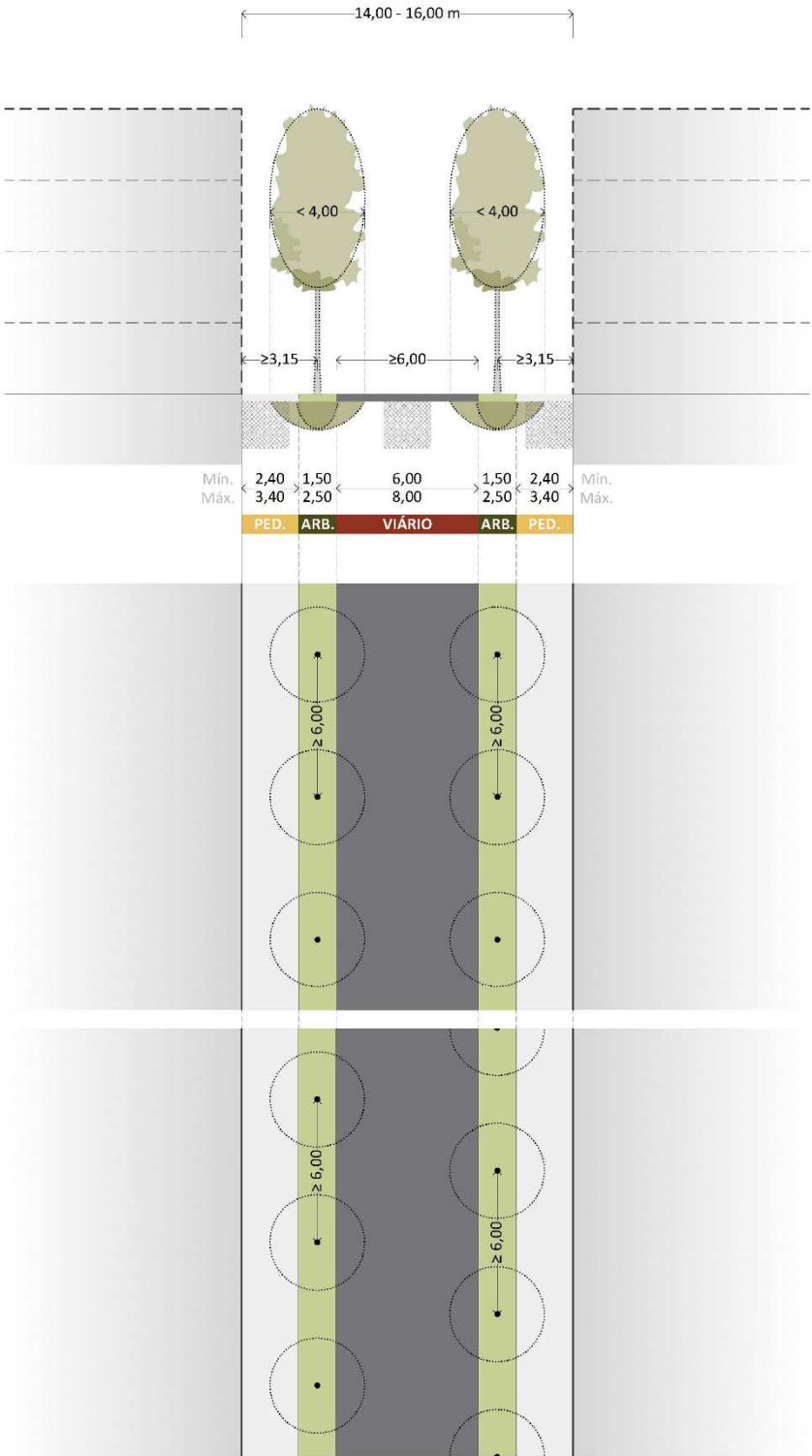


Figura 5.11 – Representação do modelo 3, em corte e em planta.

Tabela 5.4 – Especificações do modelo 3.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 14m e inferior a 16m
Tipo de alinhamento	Bilateral
Classe de largura de copa	Estreita (inferior a 4m) – ver Tabela 3.1 (pág. 13)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 3m
Compasso de plantação	Mínimo 6m

Modelo de arborização adequado a ruas médias, de largura igual ou superior a 14m e inferior a 16m, recorrendo a alinhamentos lateral de por árvores de copa estreita (até 4m; Tabela 3.1, subcapítulo 3.1.1), situados entre os espaços pedonais e o espaço viário, criando uma separação clara entre estes. O espaço da arborização poderá traduzir-se, ao nível do solo, numa faixa permeável contínua ou em caldeiras individualizadas, que deverão ter uma largura entre 1,50m e 2,50m. Para a promoção da permeabilidade e da biodiversidade, deverá considerar-se a solução de faixa permeável contínua, pois esta providencia maior superfície de infiltração e melhores condições de habitat e de solo para a flora e para a fauna na rua. A opção de plantar as árvores em caldeira poderá trazer oportunidade para ocorrência de outros usos entre as árvores; no entanto, isto resulta na diminuição da permeabilidade geral e eventual diminuição do coberto arbóreo devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal, adjacentes aos limites laterais da rua, apresentam uma largura compreendida entre 2,40m e 3,40m. O espaço de mobilidade viária localiza-se ao centro da rua, com uma largura compreendida entre 6m e 8m; dependendo da sua largura, este pode incluir uma ou duas vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Este modelo oferece uma solução mais tradicional, permitindo conciliar arborização simétrica com outros usos, como por exemplo estacionamento. Contudo, a colocação da árvore próxima às laterais da rua obriga invariavelmente à utilização de uma espécie de copa mais reduzida, de modo a permitir o seu crescimento natural sem necessidade de intervenção frequente, garantindo o devido afastamento das fachadas. Assim, verifica-se que o coberto arbóreo será relativamente reduzido quando comparado com outros modelos, nunca conseguindo ocupar mais de um terço da área da rua.

Modelo 4 – Rua média com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estrita

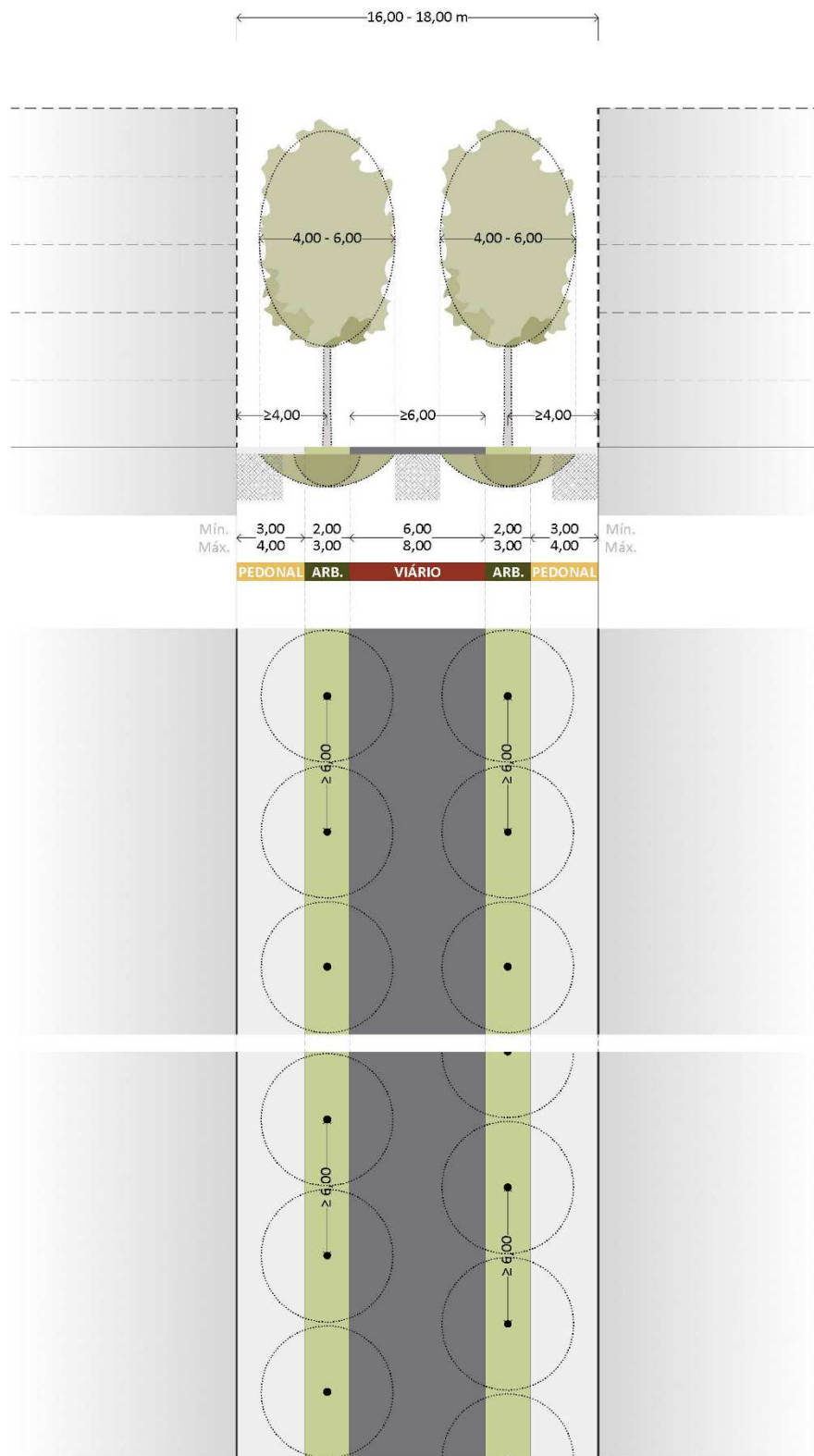


Figura 5.12 – Representação do modelo 4, em corte e em planta.

Tabela 5.5 – Especificações do modelo 4.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 16m e inferior a 18m
Tipo de alinhamento	Bilateral
Classe de largura de copa	Média-estreita (igual ou superior a 4m e inferior a 6m) – ver Tabela 3.2 (pág. 15)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 4m
Compasso de plantação	Mínimo 6m

Modelo de arborização apropriado para ruas médias, de largura igual ou superior a 16m e inferior a 18m, recorrendo a alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita (de 4 a 6m; Tabela 3.2, subcapítulo 3.1.2). Este modelo cria dois corredores para a arborização, que geram uma óbvia separação entre os espaços pedonais e o espaço viário. Cada espaço de arborização pode apresentar uma largura entre 2m e 3m, e poderá manifestar-se sobre a forma de faixa permeável contínua ou de caldeiras individualizadas. Para a promoção da permeabilidade e da biodiversidade, deverá considerar-se a solução de faixa permeável contínua, pois esta providencia maior superfície de infiltração e melhores condições de habitat e de solo para a flora e para a fauna na rua. A opção de plantar as árvores em caldeira poderá trazer oportunidade para ocorrência de outros usos entre as árvores; no entanto, isto resulta na diminuição da permeabilidade geral e eventual diminuição do coberto arbóreo devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal situam-se junto aos limites laterais da rua, com uma largura compreendida entre 3m e 4m. O espaço de mobilidade viária localiza-se ao centro da rua, com uma largura compreendida entre 6m e 8m; dependendo da sua largura, este pode incluir uma ou duas vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Numa rua média com mais de 16m de largura é possível recorrer a uma árvore de copa média-estreita, aumentando assim os benefícios que desta se obtém (face a uma árvore de copa estreita). A dimensão da árvore, aliada ao seu posicionamento lateral, contribui também para o aumento do espaço pedonal, criando maiores oportunidades para circulação e estadia dos utilizadores da rua. A utilização de alinhamentos laterais fomenta também a ocorrência de outros usos no espaço da arborização, como estadia ou estacionamento, embora isso resulte em menor área permeável e coberto arbóreo (como no caso do estacionamento acima referido). Considera-se, por isso, que este modelo apresenta uma elevada flexibilidade e será facilmente adaptável a uma diversidade de objetivos socio-ecológicos.

A aplicação deste modelo é demonstrada nos exemplos 3 e 4 (páginas 52-55).

5.3.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua média

Exemplo 3 – Rua média (17,20m) com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo bordo-vermelho de copa estreita (*Acer rubrum* 'Karpick'), bétula de copa estreita (*Betula pendula* 'Fastigiata') ou pereira-de-flor (*Pyrus calleryana* 'Chanticleer')

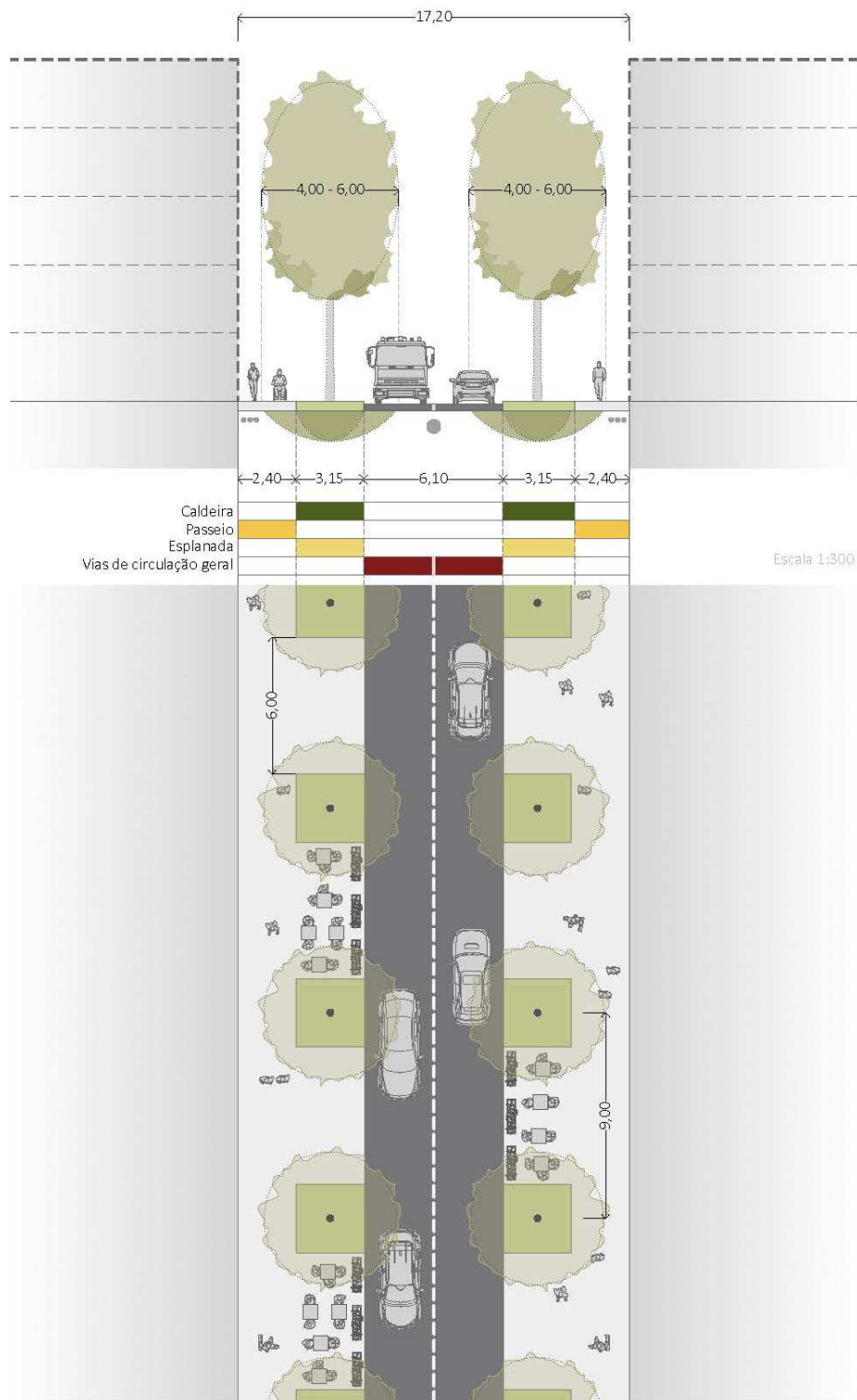


Figura 5.13 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo bordo-vermelho de copa estreita (*Acer rubrum* 'Karpick'), bétula de copa estreita (*Betula pendula* 'Fastigiata') ou pereira-de-flor (*Pyrus calleryana* 'Chanticleer').

Exemplo 4 – Rua média (17,20m) com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (*Quercus robur* 'Fastigiata'), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata') ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (*Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata')

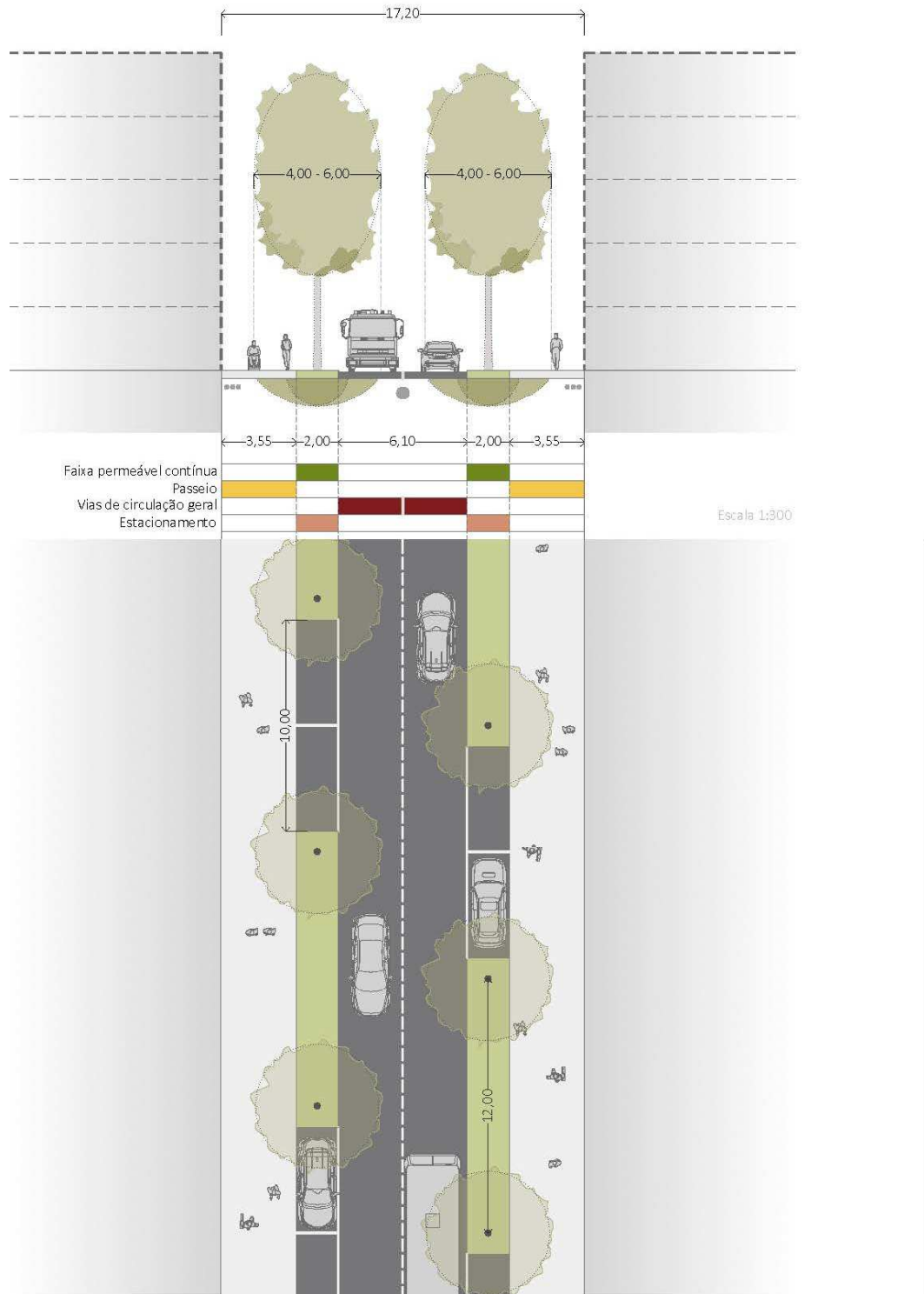


Figura 5.14 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (*Quercus robur* 'Fastigiata'), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata') ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (*Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata').

Exemplo 4 – Rua média (17,20m) com alinhamento bilateral de árvore de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (*Quercus robur* 'Fastigiata'), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata') ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (*Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata')

Visualização realista (<https://www.youtube.com/channel/UCNWyrOhoJiM0rFUjNVBo1tQ>)



Figura 5.15 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (*Quercus robur* 'Fastigiata'), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata') ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (*Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata'): vista de topo (visualização realista).



Figura 5.16 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (*Quercus robur* 'Fastigiata'), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata') ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (*Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata'): vista ao centro da rua (visualização realista).



Figura 5.17 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (*Quercus robur* ‘Fastigiata’), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* ‘Fastigiata’) ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (*Aesculus hippocastanum* ‘Fastigiata’): vista lateral esquerda (visualização realista).



Figura 5.18 – Exemplo de aplicação do modelo 4 numa rua com 17,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, do tipo carvalho-alvarinho de copa estreita (*Quercus robur* ‘Fastigiata’), liquidâmbar de copa estreita (*Liquidambar styraciflua* ‘Fastigiata’) ou castanheiro-da-Índia de copa estreita (*Aesculus hippocastanum* ‘Fastigiata’): vista lateral direita (visualização realista).

5.4. Modelos para ruas largas

Modelo 5 – Rua larga com alinhamento central de árvores de copa larga

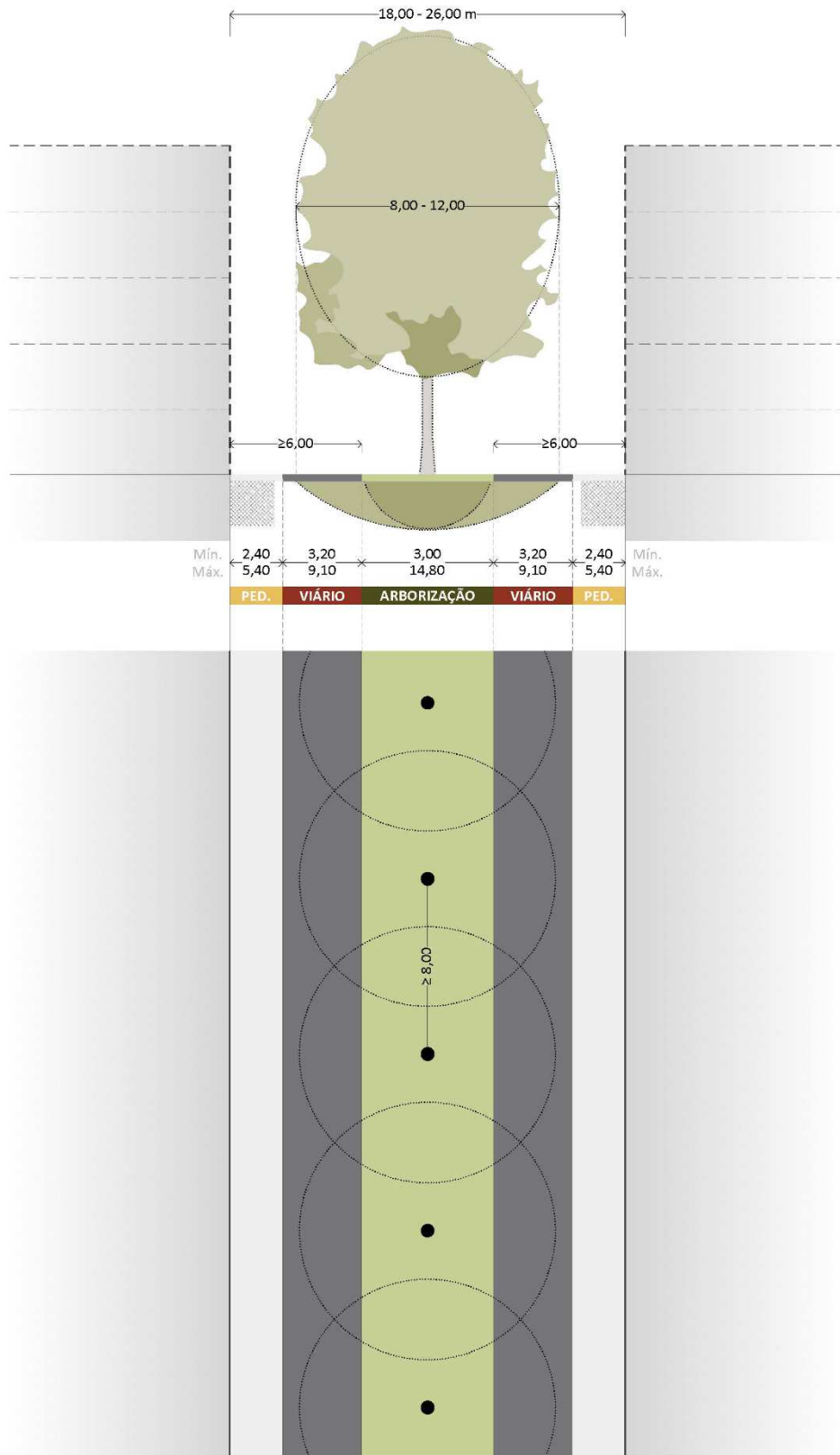


Figura 5.19 – Representação do modelo 5, em corte e em planta.

Tabela 5.6 – Especificações do modelo 5.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 18m e inferior a 26m
Tipo de alinhamento	Central
Classe de largura de copa	Larga (igual ou superior a 8m e inferior a 12m) – ver Tabela 3.4 (pág. 19)
Compasso de plantação	Mínimo 10m

Modelo de arborização desenvolvido para ruas largas, de largura igual ou superior a 18m e inferior a 26m, utilizando um alinhamento central composto por árvores de copa larga (de 8 a 12m; Tabela 3.4, subcapítulo 3.1.4). O espaço da arborização, posicionado ao centro da rua, traduz-se numa faixa permeável contínua com uma largura entre 3m e 14,80m. O posicionamento da árvore permite a maximização da largura da sua copa, facilitando o seu crescimento livre sem criar um aumento do conflito com as fachadas e propriedades adjacentes. Este modelo permite um aumento significativo da área permeável da rua, gerando também oportunidades para recreio e estadia nesta faixa central da arborização.

Os espaços de mobilidade pedonal localizam-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura compreendida entre 2,40m e 5,40m; no caso das maiores dimensões, este espaço pode compreender zonas de estadia ou ciclovia segregada. A mobilidade viária é dividida por dois espaços, um de cada lado da faixa central, com largura compreendida entre 3,20m e 9,10m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode incluir uma, duas ou três vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Este modelo sugere um desempenho ecológico e bioclimático bastante significativo, pois a utilização de uma árvore de copa larga potencia os serviços de ecossistema no caso das ruas largas. É também bastante flexível em relação às dimensões do espaço de arborização central e dos espaços viários: a possibilidade de criação de uma elevada área permeável oferece uma oportunidade acrescida para atividades de recreio ativo e passivo, e simultaneamente para a regulação do ciclo hidrológico e conforto térmico; por outro lado, espaços viários de largura elevada tornam este modelo facilmente aplicável em zonas com elevadas exigências de fluxos rodoviários, embora gere nestes casos uma permeabilidade mais reduzida.

Modelo 6 – Rua larga com alinhamento bilateral de árvores de copa média-larga

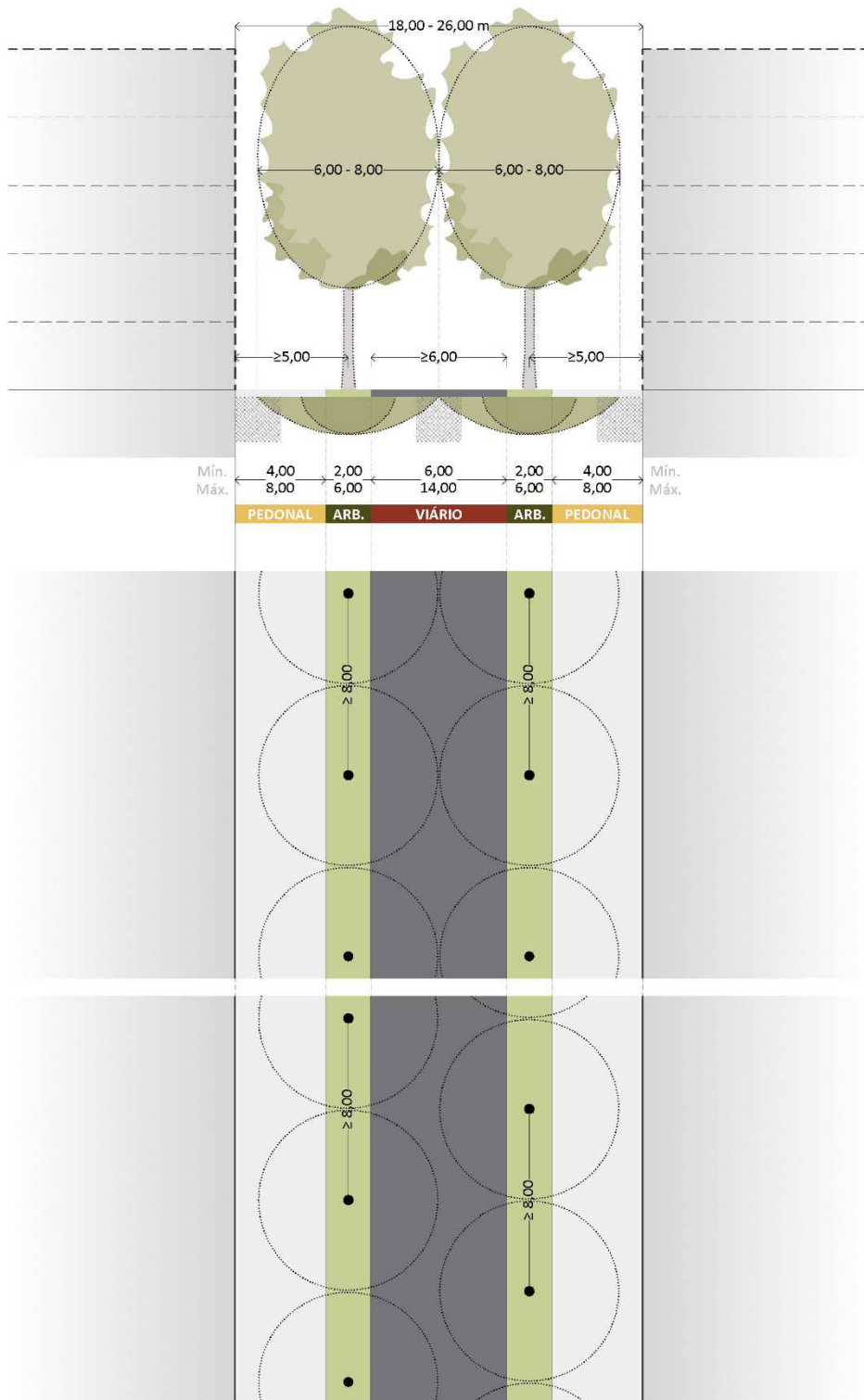


Figura 5.20 – Representação do modelo 6, em corte e em planta.

Tabela 5.7 – Especificações do modelo 6.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 18m e inferior a 26m
Tipo de alinhamento	Bilateral
Classe de largura de copa	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 5m
Compasso de plantação	Mínimo 8m

Modelo de arborização para ruas largas, de largura igual ou superior a 18m e inferior a 26m, utilizando alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga (de 6 a 8m; Tabela 3.3, subcapítulo 3.1.3). O espaço da arborização surge entre os espaços de mobilidade pedonal e o espaço de mobilidade viária e pode traduzir-se, ao nível do solo, numa faixa permeável contínua ou em caldeiras individualizadas, com uma largura entre 2m e 6m. Para a promoção da permeabilidade e da biodiversidade, deverá considerar-se a solução de faixa permeável contínua, pois esta providencia maior superfície de infiltração e melhores condições de habitat e de solo para a flora e para a fauna na rua. A opção de plantar as árvores em caldeira poderá trazer oportunidade para ocorrência de outros usos entre as árvores; no entanto, isto resulta na diminuição da permeabilidade geral e eventual diminuição do coberto arbóreo, devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura compreendida entre 4m e 8m, podendo incluir zonas de estadia ou ciclovia segregada. O espaço de mobilidade viária localiza-se ao centro da rua, com uma largura compreendida entre 6m e 14m; dependendo da sua largura, o espaço viário pode albergar de uma a quatro vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Este modelo sugere uma relevante flexibilidade de usos conciliáveis, possibilitando múltiplas situações de mobilidade viária, mobilidade pedonal e arborização. Nesta situação, todas as funções têm oportunidades equilibradas para a sua consumação; isto resulta sobretudo da disponibilidade de espaço público. Em relação ao espaço de arborização, este tipo de alinhamento oferece a possibilidade de conciliar o espaço da arborização com outros usos (por exemplo, estacionamento), embora isso resulte na diminuição da permeabilidade e possível diminuição do coberto arbóreo.

Modelo 7 – Rua larga com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga

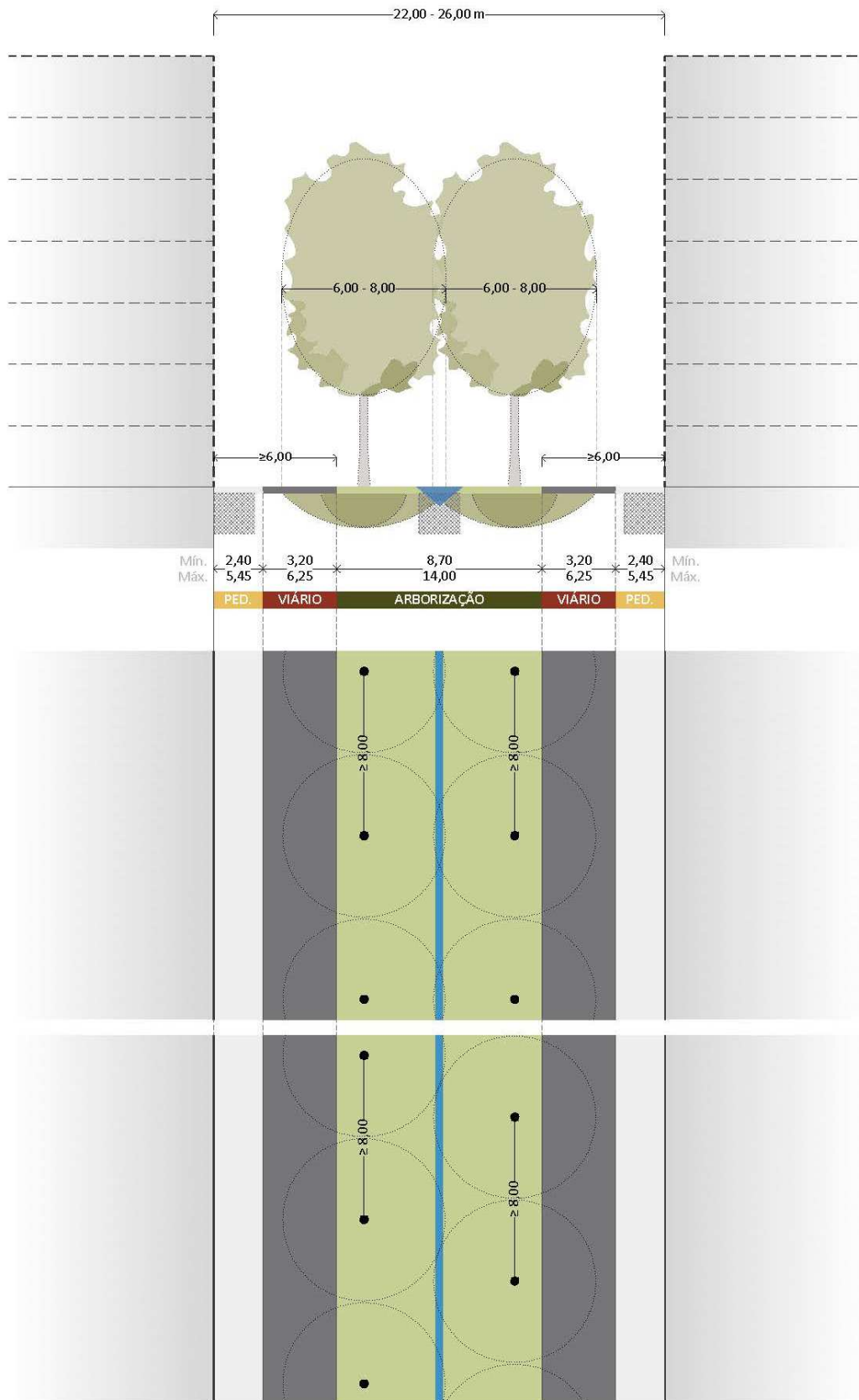


Figura 5.21 – Representação do modelo 7, em corte e em planta.

Tabela 5.8 – Especificações do modelo 7.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 22m e inferior a 26m
Tipo de alinhamento	Central duplo
Classe de largura de copa	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
Compasso de plantação	Mínimo 8m

Modelo de arborização criado para ruas largas, de largura igual ou superior a 22m e inferior a 26m, utilizando um alinhamento central composto por duas fileiras de árvores de copa média-larga (6 a 8m; Tabela 3.3, subcapítulo 3.1.3). Nesta situação, o espaço de arborização consiste numa faixa permeável contínua ao centro da rua, com largura entre 8,70m e 14m. O posicionamento das árvores num alinhamento duplo central permite, por um lado, diminuir a probabilidade de conflitos das copas com as fachadas e, por outro, criar uma zona especialmente orientada para a drenagem de águas pluviais entre os dois alinhamentos.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura entre 2,40m e 7,45m, podendo incluir zonas de estadia ou ciclovia segregada. Surgem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com largura entre 3,20m a 6,25m; dependendo da sua largura, o espaço viário pode incluir uma ou duas vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Embora a árvore utilizada seja apenas de média dimensão, este é o único modelo recomendado para ruas largas que permite incorporar na faixa central, entre os alinhamentos de árvores, um sistema urbano de drenagem sustentável (SUD); isto torna-o especialmente vocacionado para áreas sujeitas a elevadas taxas de escoamento superficial e com inundações frequentes. Mesmo sem SUD, a faixa central cria uma área permeável elevada, que potencialmente pode ultrapassar os 50% da área total da rua; neste âmbito, surgem também oportunidades acrescidas para circulação e estadia pedonal, assim como para ciclovia segregada, podendo configurar um jardim linear.

A aplicação deste modelo é demonstrada nos exemplos 5 e 6 (páginas 64-67).

Modelo 8 – Rua larga com alinhamento múltiplo: alinhamento central de árvores de copa média-larga e alinhamentos laterais de árvores de copa estreita

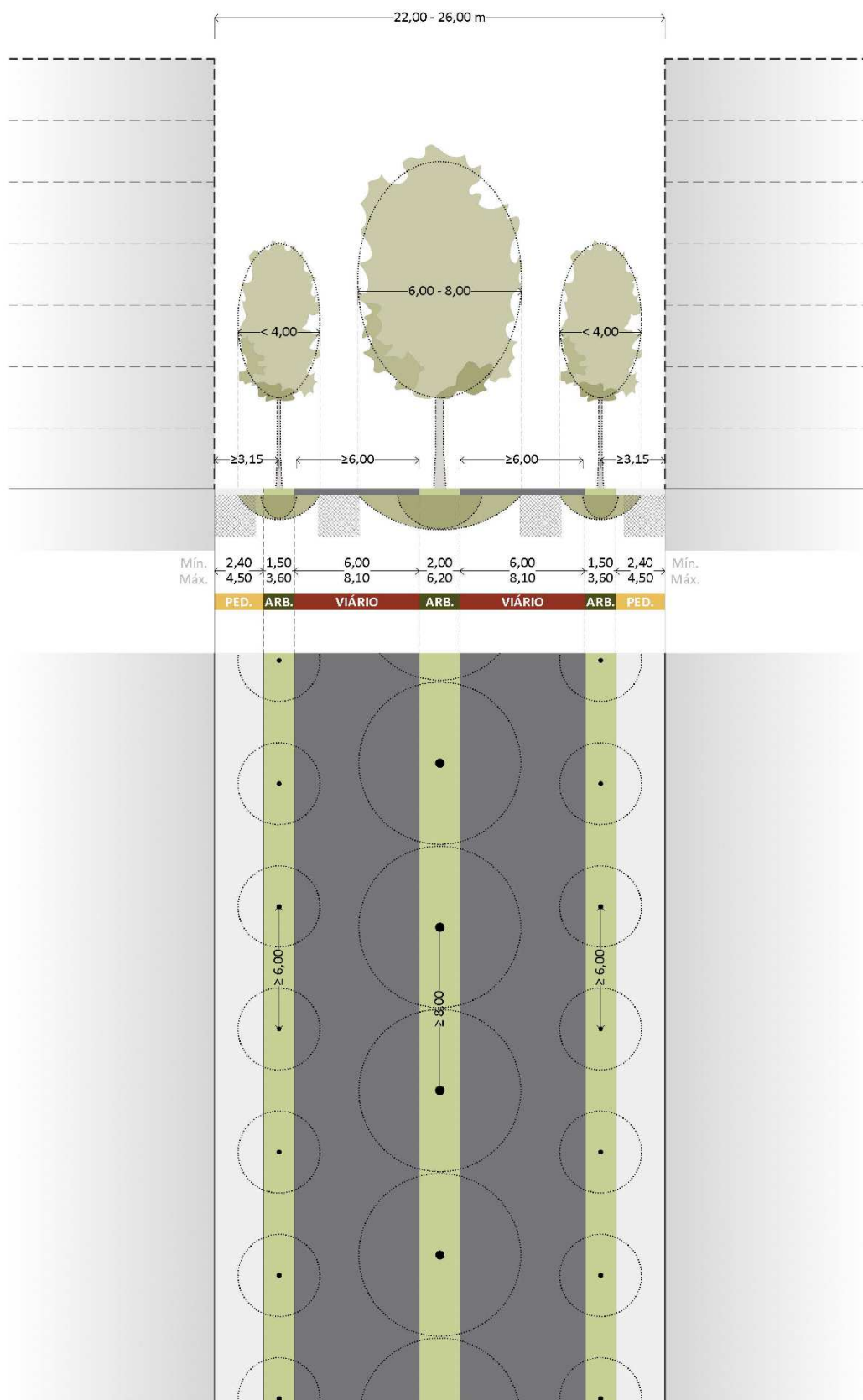


Figura 5.22 – Representação do modelo 8, em corte e em planta.

Tabela 5.9 – Especificações do modelo 8.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 22m e inferior a 26m
Tipo de alinhamento	Múltiplo (1 alinhamento central + 2 alinhamentos laterais)
Classe de largura de copa	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
	Estreita (inferior a 4m) – ver Tabela 3.1 (pág. 13)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 3m para árvores dos alinhamentos laterais (copa estreita)
Compasso de plantação	Mínimo 8m para as árvores de copa média-larga
	Mínimo 6m para as árvores de copa estreita

Modelo de arborização aplicável a ruas largas, de largura igual ou superior a 22m e inferior a 26m, utilizando uma composição múltipla de alinhamentos: um alinhamento de árvores de copa média-larga ao centro da rua (6 a 8m; Tabela 3.3, subcapítulo 3.1.3) e alinhamentos de árvores de copa estreita nas laterais (até 4m; Tabela 3.1, subcapítulo 3.1.1). Assim, são criados três espaços para a arborização: dois entre o espaço pedonal e o viário (largura entre 1,50m e 3,60m) e um sobre o eixo da rua, entre os dois espaços viários (largura entre 2m e 6,20m). O espaço de arborização central traduz-se sempre numa faixa permeável contínua, mas os espaços laterais poderão ser constituídos por faixas contínuas ou caldeiras individualizadas. Esta última solução tem a vantagem de permitir outros usos neste espaço, como estacionamento ou estadia, mas gera uma severa diminuição da área permeável e, possivelmente, do coberto arbóreo devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura compreendida entre 2,40 e 4,50m. Existem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com uma largura compreendida entre 6,00m e 8,10m; dependendo da sua largura, o espaço viário pode incluir uma ou duas vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Este modelo apresenta uma solução mais complexa do que os modelos anteriores, podendo proporcionar maior diversidade ecológica e estética, decorrente da composição com árvores diferentes e, por isso, com maior variedade de características. Introduz também uma separação explícita entre os diferentes espaços de mobilidade, oferecida pelos três alinhamentos de árvores. De facto, este modelo sugere ser mais adequado para ruas com elevadas exigências de circulação, especialmente viária, sendo o menos interessante do ponto de vista da permeabilidade ao nível do solo, no contexto das ruas largas.

5.4.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua larga

Exemplo 5 – Rua larga (22,10m) com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo ulmeiro (*Ulmus hollandica* ‘Lobel’) ou bordo (*Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus* ‘Erectum’)

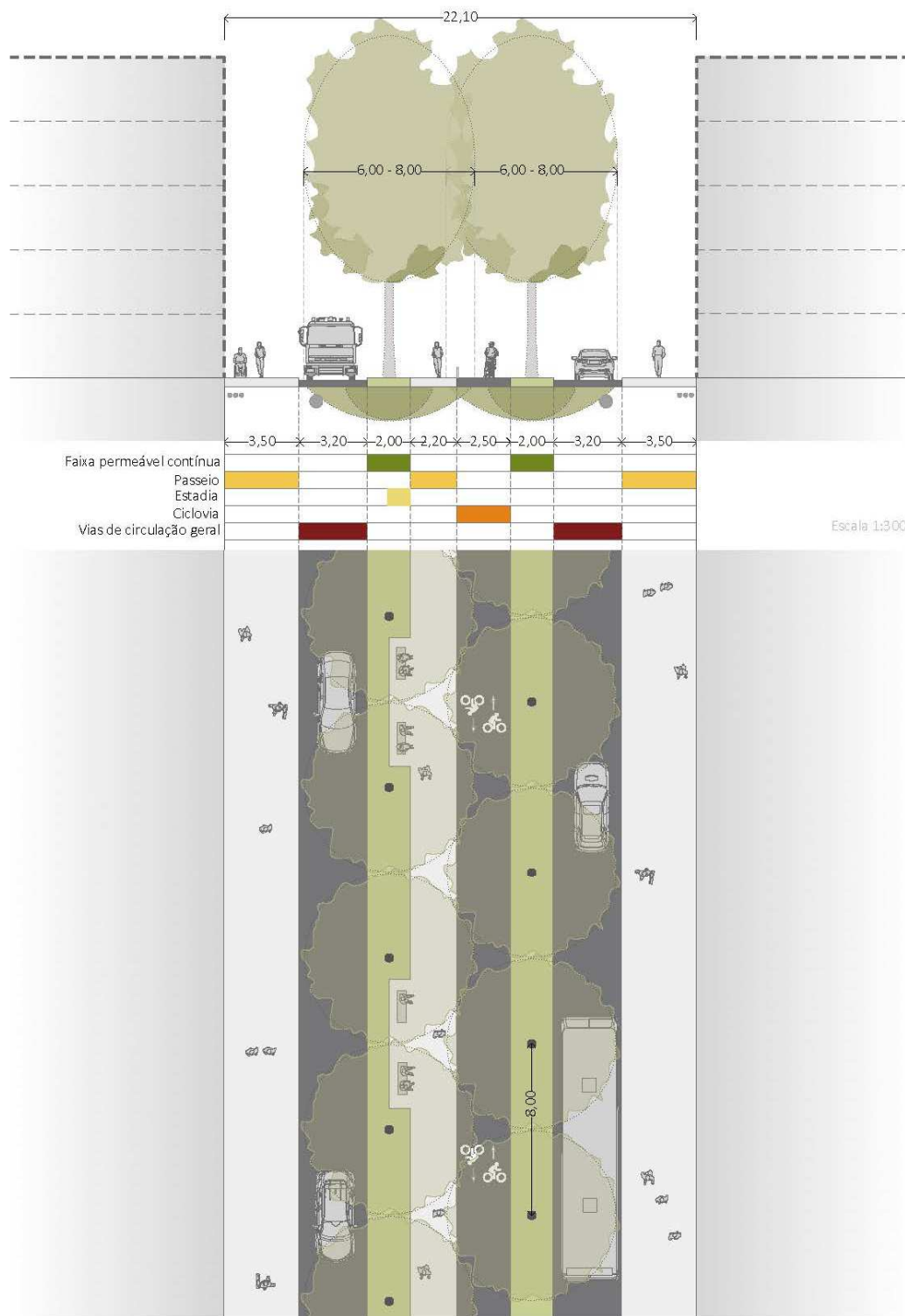


Figura 5.23 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo ulmeiro (*Ulmus hollandica* ‘Lobel’) ou bordo (*Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus* ‘Erectum’).

Exemplo 6 – Rua larga (22,10m) com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (*Prunus avium*), amieiro (*Alnus glutinosa*) ou bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtica*)

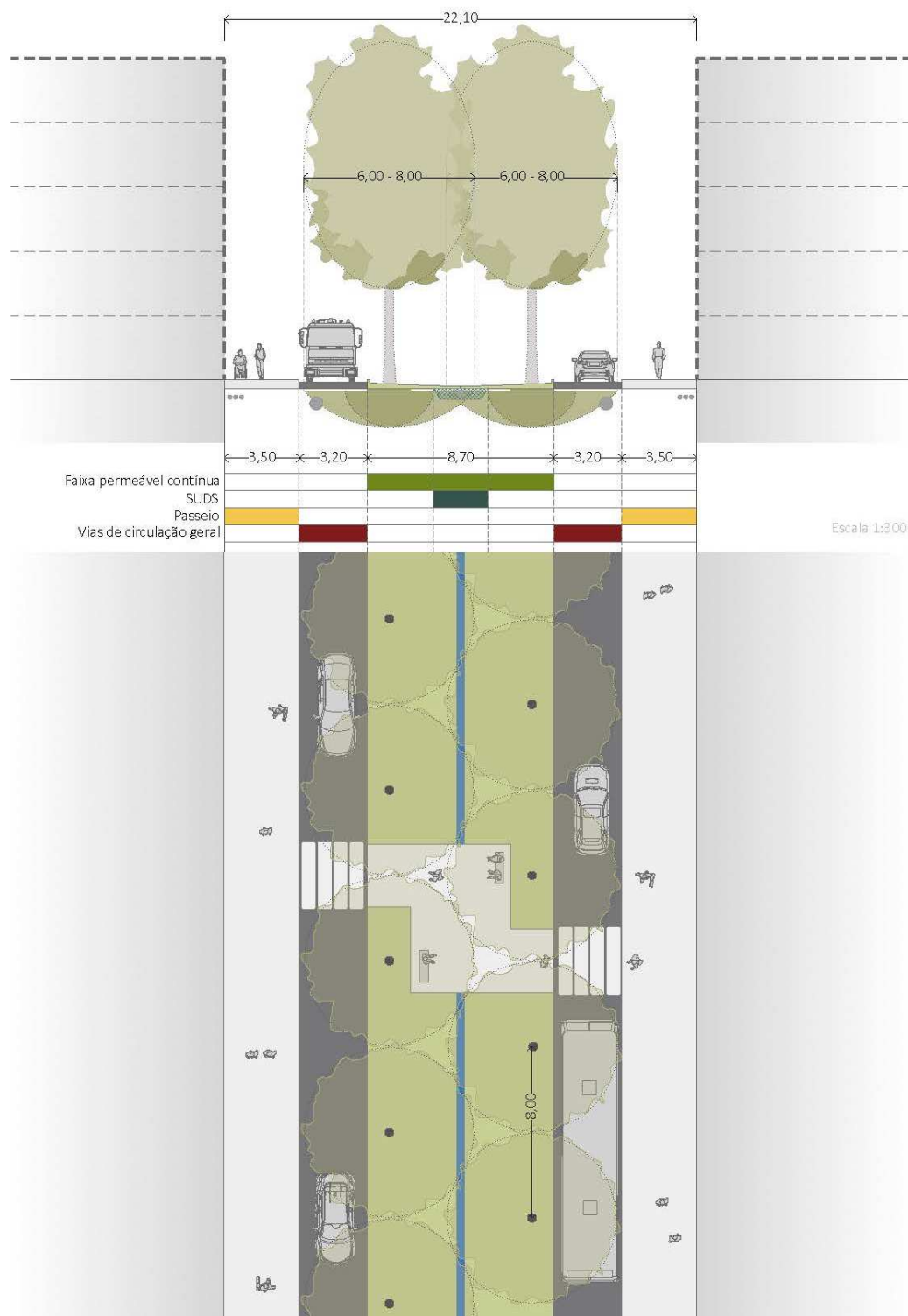


Figura 5.24 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (*Prunus avium*), amieiro (*Alnus glutinosa*) ou bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtica*).

Exemplo 6 – Rua larga (22,10m) com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (*Prunus avium*), amieiro (*Alnus glutinosa*) ou bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtica*)

Visualização realista (<https://www.youtube.com/channel/UCNWyrOhoJiM0rFUjNVBo1tQ>)



Figura 5.25 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (*Prunus avium*), amieiro (*Alnus glutinosa*) ou bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtica*): vista de topo (visualização realista).

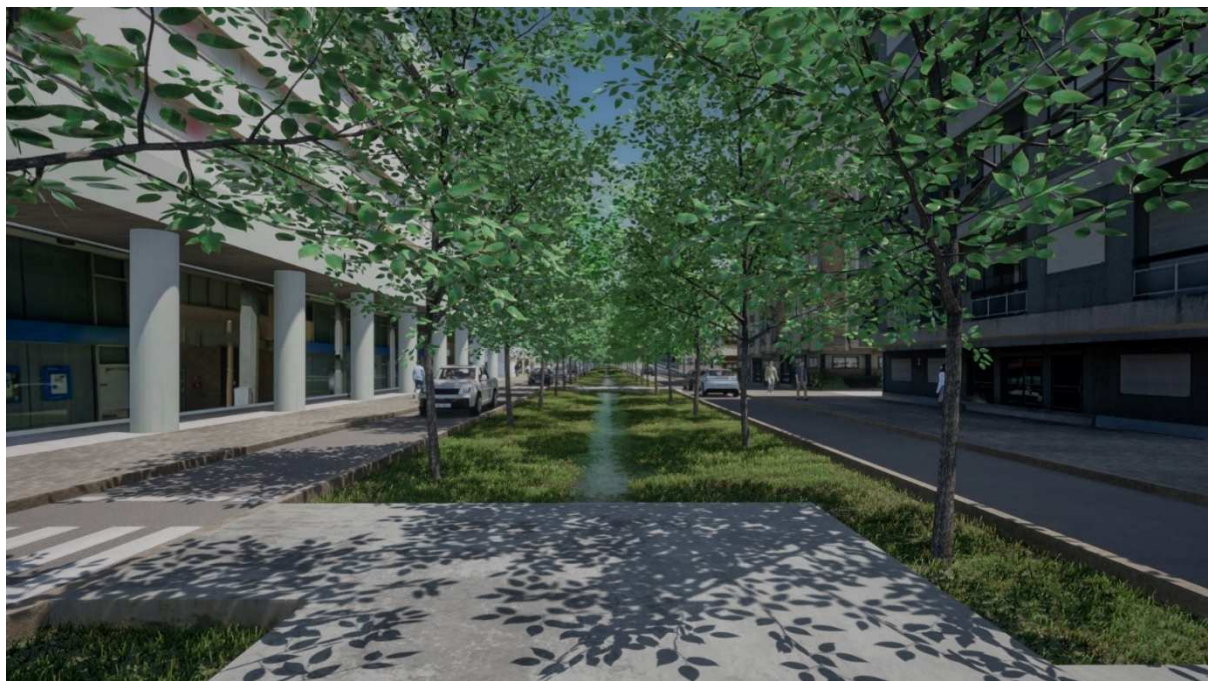


Figura 5.26 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (*Prunus avium*), amieiro (*Alnus glutinosa*) ou bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtica*): vista ao centro da rua (visualização realista).



Figura 5.27 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (*Prunus avium*), amieiro (*Alnus glutinosa*) ou bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtibérica*): vista lateral esquerda (visualização realista).



Figura 5.28 – Exemplo de aplicação do modelo 7 numa rua com 22,10m, com alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga, do tipo cerejeira-brava (*Prunus avium*), amieiro (*Alnus glutinosa*) ou bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtibérica*): vista lateral direita (visualização realista).

5.5. Modelos para ruas muito largas

Modelo 9 – Rua muito larga com alinhamento central de árvores de copa muito larga

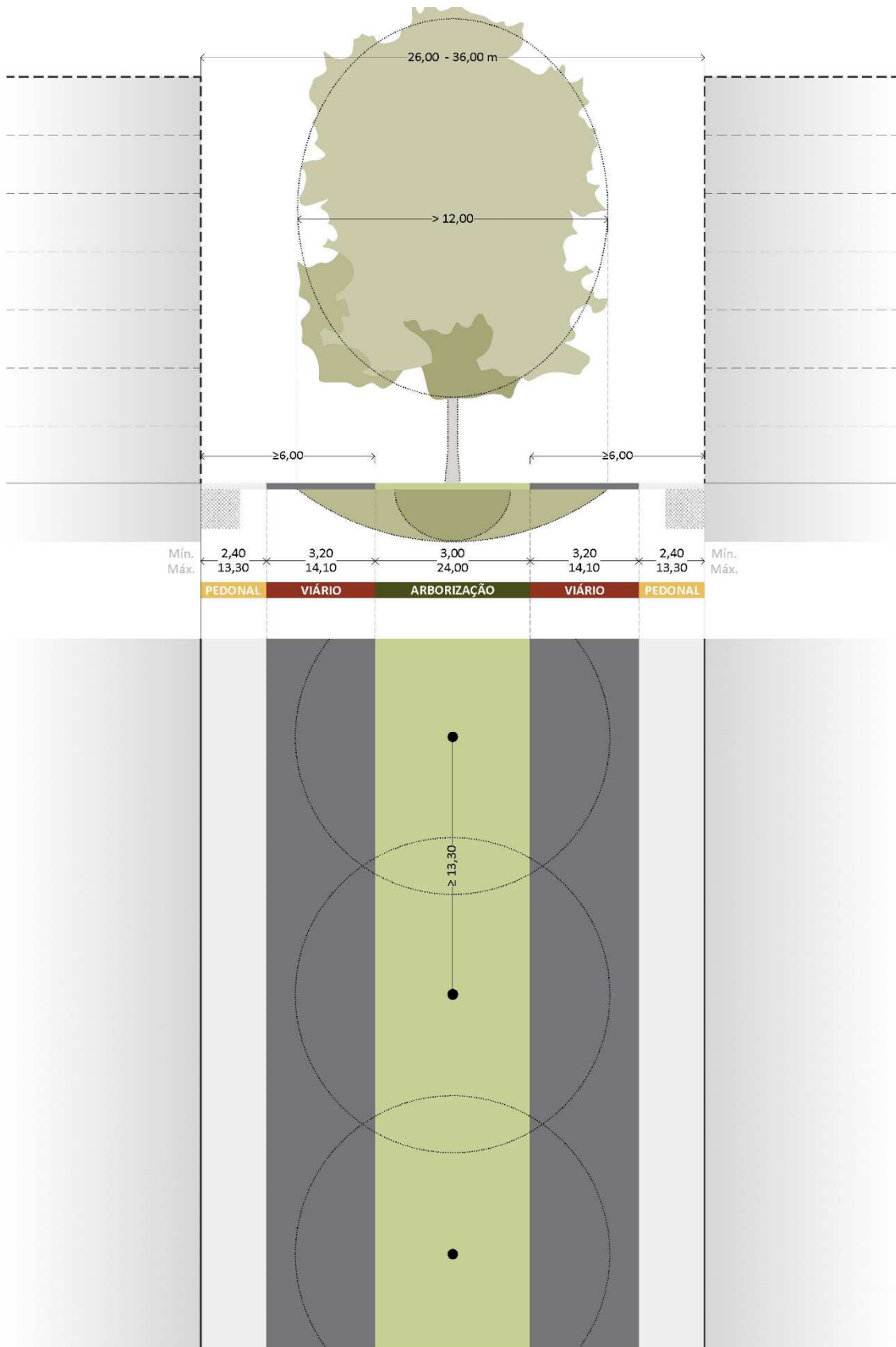


Figura 5.29 – Representação do modelo 9, em corte e em planta.

Tabela 5.10 – Especificações do modelo 9.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 26m e inferior a 36m
Tipo de alinhamento	Central
Classe de largura de copa	Muito larga (igual ou superior a 12m) – ver Tabela 3.5 (pág. 21)
Compasso de plantação	Mínimo 13,30m

Modelo de arborização desenvolvido para ruas muito largas, com largura igual ou superior a 26m e inferior a 36m (elevada oportunidade de espaço público), utilizando um alinhamento central de árvores de copa muito larga ($\geq 12\text{m}$; Tabela 3.5, subcapítulo 3.1.5). Neste modelo, o espaço de arborização consiste numa faixa permeável contínua, sobreposta ao eixo da rua, cuja dimensão pode variar entre 3m e 24m. A localização da árvore ao centro da rua permite o crescimento livre de uma árvore de grande dimensão, potenciando a provisão de serviços de ecossistema, sem que esta entre em conflito com os limites laterais da rua.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura compreendida entre 2,40m e 13,30m, que podem incluir zonas de estadia e ciclovia segregada. Existem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com uma largura entre 3,20m e 14,10m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode incluir uma, duas ou três vias de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Este modelo é o que permite otimizar a utilização da árvore muito larga para o contexto das ruas do Porto, pois a sua localização central possibilita que esta possa logo ocorrer em ruas com 26m de largura (recomendado para a classe de 26m a 36m). À semelhança do que já foi descrito para outros modelos com alinhamento central, esta solução permite uma grande variabilidade no que diz respeito à área do espaço da arborização e à área do espaço viário. O alargamento da faixa central oferece amplos benefícios e oportunidades, tais como o aumento da permeabilidade, conforto bioclimático e biodiversidade. Dependendo da composição espacial e do desenho, surgem também oportunidades inovadoras de estadia, recreio, circulação pedonal e de modos suaves, podendo mesmo configurar um jardim linear. Por outro lado, a diminuição desta faixa permeável cria oportunidades acrescidas para os fluxos viários de diversas naturezas, tornando este modelo bastante adequado para zonas com elevadas exigências de circulação.

A aplicação deste modelo é demonstrada no exemplo 7 (página 88).

Modelo 10 – Rua muito larga com alinhamento bilateral de árvores de copa larga

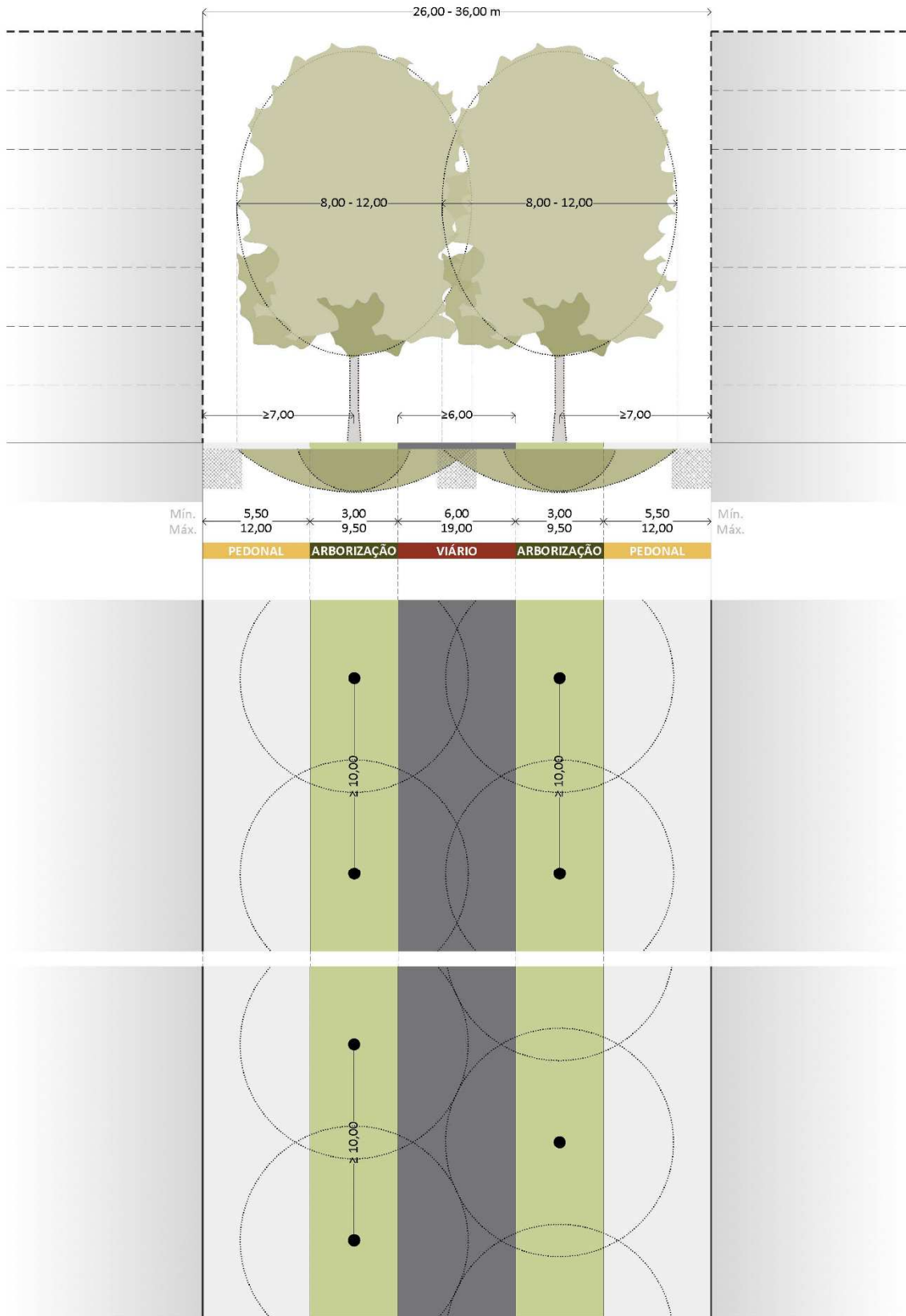


Figura 5.30 – Representação do modelo 10, em corte e em planta.

Tabela 5.11 – Especificações do modelo 10.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 26m e inferior a 36m
Tipo de alinhamento	Bilateral
Classe de largura de copa	Larga (igual ou superior a 8m e inferior a 12m) – ver Tabela 3.4 (pág. 19)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 7m
Compasso de plantação	Mínimo 10m

Modelo de arborização aplicável a ruas muito largas, de largura igual ou superior a 26m e inferior a 36m, recorrendo a alinhamentos laterais de árvores de copa larga (8 a 12m; Tabela 3.4, subcapítulo 3.1.4). O espaço da arborização situa-se entre os espaços de mobilidade pedonal e o espaço de mobilidade viária e pode traduzir-se, ao nível do solo, numa faixa permeável contínua ou em caldeiras individualizadas, com uma largura entre 3m e 9,50m. No âmbito da promoção da permeabilidade e da biodiversidade, deverá considerar-se a solução de faixa permeável contínua, pois esta providencia maior superfície de infiltração e melhores condições de habitat e de solo para a flora e para a fauna na rua. A opção de plantar as árvores em caldeira poderá trazer oportunidade para ocorrência de outros usos entre as árvores; no entanto, isto resulta na diminuição da permeabilidade geral e eventual diminuição do coberto arbóreo, devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura compreendida entre 5,50m e 12m, podendo incorporar zonas de estadia, jardim ou ciclovia segregada. O espaço de mobilidade viária localiza-se ao centro da rua, com uma largura compreendida entre 6m e 19m; dependendo da sua largura, o espaço viário pode incluir até seis vias de circulação, ciclovias segregadas ou estacionamento.

Sendo uma composição arbórea bastante comum, este modelo alia um elevado potencial para a presença dominante da árvore com um elevado potencial de mobilidade. No mesmo sentido, o espaço da arborização permite também a conciliação com usos complementares à circulação, como zonas de estadia e de estacionamento, podendo nas situações de maior largura acolher espaços ajardinados de maiores dimensões.

A aplicação deste modelo é demonstrada no exemplo 8 (página 89).

Modelo 11 – Rua muito larga com alinhamento central duplo de árvores de copa larga

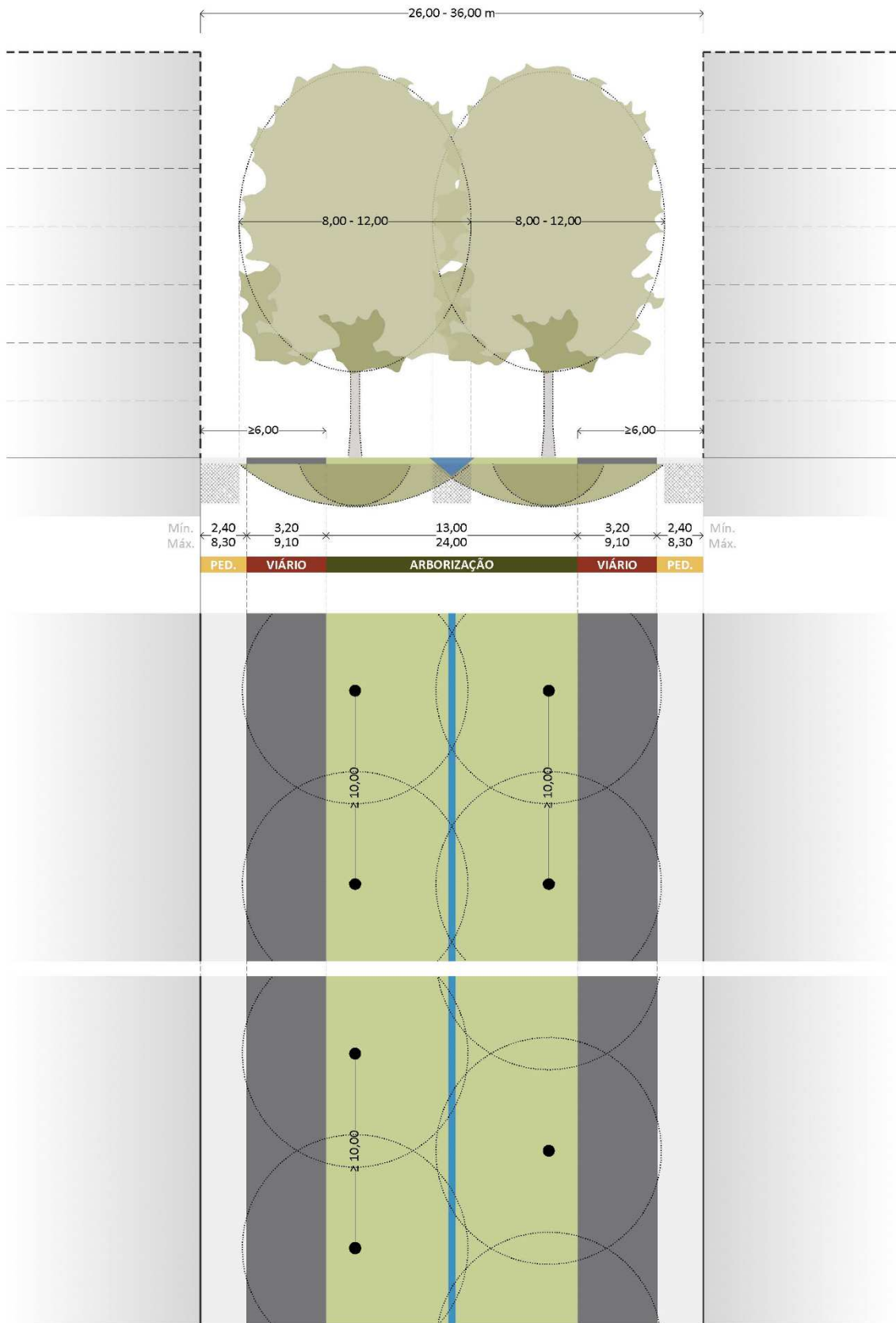


Figura 5.31 – Representação do modelo 11, em corte e em planta.

Tabela 5.12 – Especificações do modelo 11.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 26m e inferior a 36m
Tipo de alinhamento	Central duplo
Classe de largura de copa	Larga (igual ou superior a 8m e inferior a 12m) – ver Tabela 3.4 (pág. 19)
Compasso de plantação	Mínimo 10m

Modelo de arborização criado para ruas muito largas, de largura igual ou superior a 26m e inferior a 36m, utilizando um alinhamento central com duas fileiras de árvores de copa larga (8 a 12m; Tabela 3.4, subcapítulo 3.1.4). Nesta situação, o espaço da arborização corresponde a uma faixa permeável localizada sobre o centro da rua, com uma largura entre 13m e 24m. O posicionamento das árvores num alinhamento central duplo permite diminuir a probabilidade de conflitos das copas com as fachadas e pode ainda possibilitar uma zona especialmente orientada para a drenagem de águas pluviais entre os dois alinhamentos.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura entre 2,40m e 8,30m, podendo incluir zonas de estadia e/ou ciclovia segregada. Surgem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com largura entre 3,20 e 9,10m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode acolher até três vias de circulação, ciclovia segregada e/ou estacionamento.

A oportunidade de inclusão de um sistema urbano de drenagem sustentável (SUD) entre os alinhamentos de árvores na faixa central, torna este modelo especialmente interessante para zonas com problemas de escoamento superficial e inundação. A dimensão da faixa de arborização central faz com que esta solução apresente, no mínimo, um terço da rua ocupado por superfícies permeáveis, que poderão também ser aproveitadas para circulação pedonal ou de modos suaves, zonas de estadia e recreio, podendo tomar a forma de um jardim linear.

Modelo 12 – Rua muito larga com alinhamento múltiplo: alinhamento central de árvores de copa larga e alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita

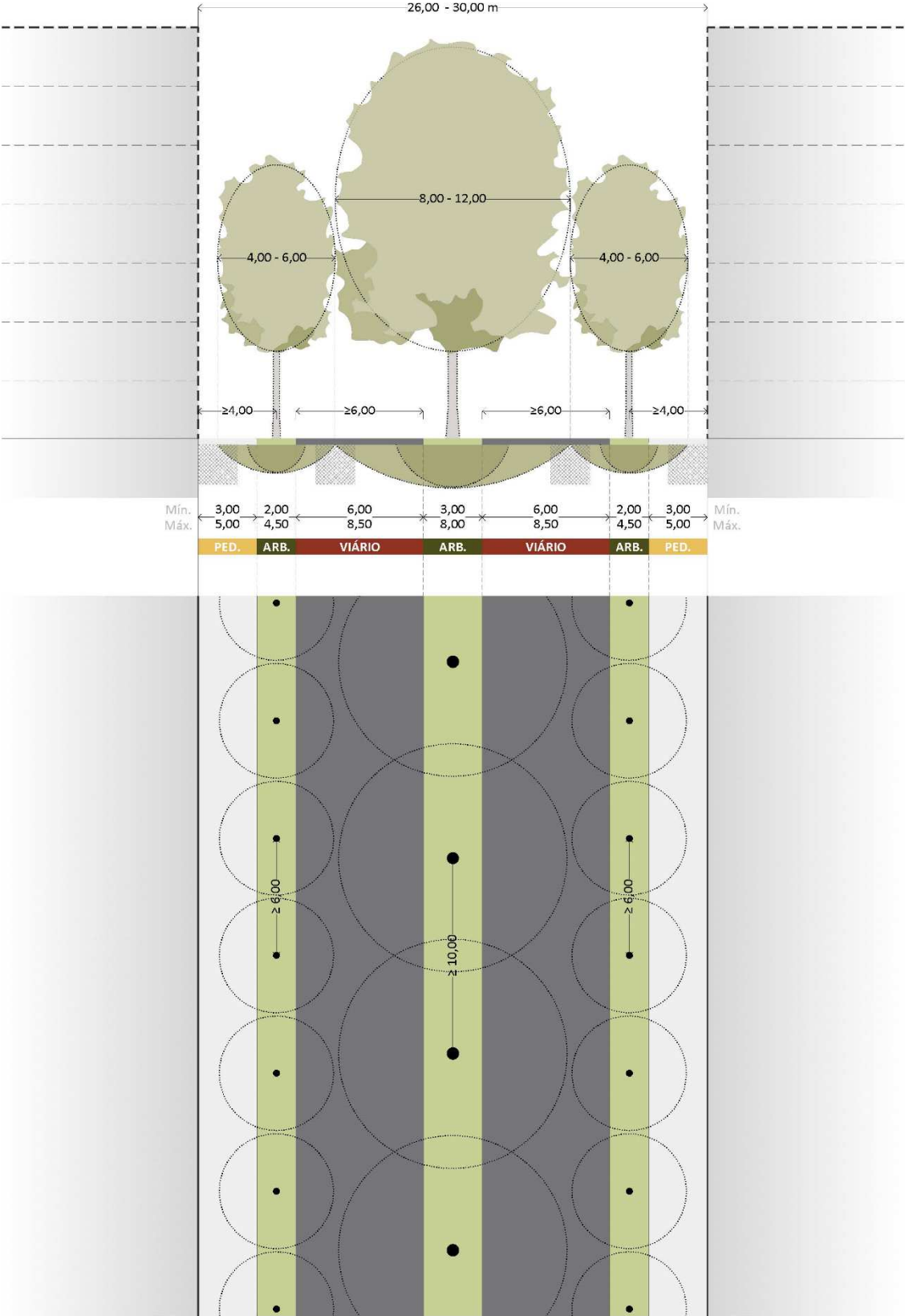


Figura 5.32 – Representação do modelo 12, em corte e em planta.

Tabela 5.13 – Especificações do modelo 12.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 26m e inferior a 30m
Tipo de alinhamento	Múltiplo (1 alinhamento central + 2 alinhamentos laterais)
Classe de largura de copa	Larga (igual ou superior a 8m e inferior a 12m) – ver Tabela 3.4 (pág. 19)
	Média-estreita (igual ou superior a 4m e inferior a 6m) – ver Tabela 3.2 (pág. 15)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 4m para as árvores dos alinhamentos laterais (copa média-estreita)
Compasso de plantação	Mínimo 10m para as árvores de copa larga
	Mínimo 6m para as árvores de copa média-estreita

Modelo de arborização adequado a ruas muito largas, de largura igual ou superior a 26m e inferior a 30m, recorrendo a uma composição múltipla: alinhamento central de árvores de copa larga (8 a 12m; Tabela 3.4, subcapítulo 3.1.4) e alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita (4 a 6m; Tabela 3.2, subcapítulo 3.1.2). Deste modo, surgem três espaços para a arborização: dois entre o espaço pedonal e o espaço viário (com largura entre 2m e 4,50m) e um ao centro da rua, entre os dois espaços viários (com largura entre 3m e 8m). O espaço de arborização central configura sempre uma faixa permeável contínua, mas os espaços laterais poderão tomar a forma de faixa contínua ou de caldeiras individualizadas. No último caso, será possível conciliar o espaço da arborização com outros usos, como estadia ou estacionamento, mas com consequências ao nível da redução da permeabilidade e, possivelmente, da redução do coberto arbóreo, devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura compreendida entre 3m e 5m, podendo incluir zonas de estadia ou ciclovias segregadas. Existem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com uma largura entre 6m e 8,50m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode albergar uma ou duas vias de circulação, ciclovias segregadas e/ou estacionamento.

Tal como sucede com outros modelos com alinhamentos múltiplos, esta composição permite uma diversidade ecológica acrescida devido ao uso de espécies diferentes na mesma rua, que irá também resultar num significativo interesse estético trazido pela variação de dimensões, cores, texturas e outros atributos das árvores. Contudo, apesar do número elevado de indivíduos arbóreos, este modelo tem menor potencial de permeabilidade, uma vez que as faixas permeáveis surgem em maior número, mas com menor largura; a permeabilidade da rua será ainda menor se forem utilizadas caldeiras individualizadas em vez de faixas permeáveis contínuas. Este modelo apresenta boa adequabilidade para zonas com elevadas exigências de circulação pedonal e viária, devido ao espaço que oferece para estes fluxos.

Modelo 13 – Rua muito larga com alinhamento múltiplo: alinhamento central de árvores de copa larga e alinhamentos bilaterais de árvores de copa média-larga

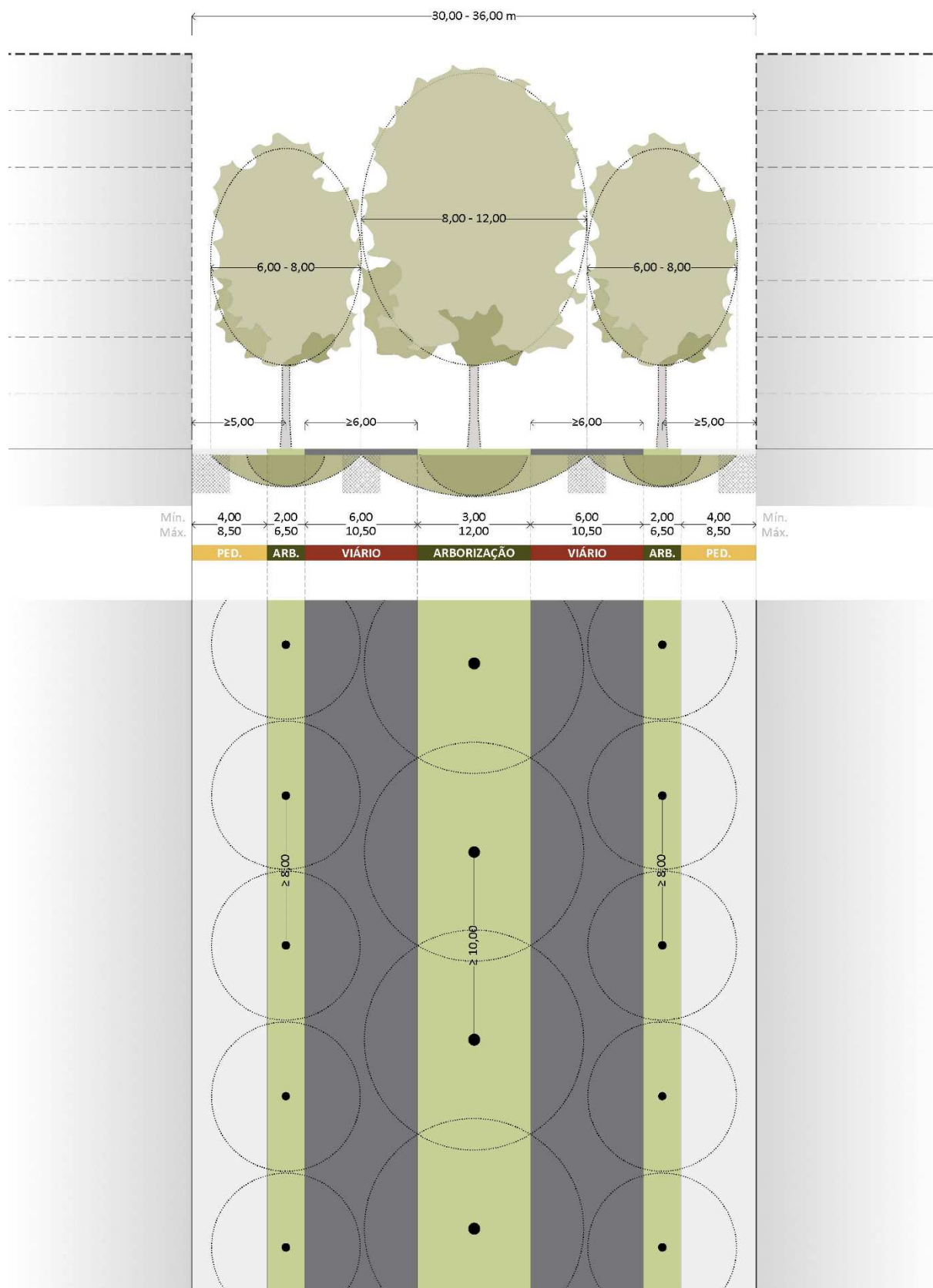


Figura 5.33 – Representação do modelo 13, em corte e em planta.

Tabela 5.14 – Especificações do modelo 13.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 30m e inferior a 36m
Tipo de alinhamento	Múltiplo (1 alinhamento central + 2 alinhamentos laterais)
Classe de largura de copa	Larga (igual ou superior a 8m e inferior a 12m) – ver Tabela 3.4 (pág. 19)
	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 5m para as árvores dos alinhamentos laterais (copa média-larga)
Compasso de plantação	Mínimo 10m para as árvores de copa larga
	Mínimo 8m para as árvores de copa média-larga

Modelo de arborização para ruas muito largas, de largura igual ou superior a 30m e inferior a 36m, utilizando uma composição múltipla: um alinhamento central de árvores de copa larga (8 a 12m; Tabela 3.4, subcapítulo 3.1.4) e alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga (6 a 8m; Tabela 3.3, subcapítulo 3.1.3). Deste modo, surgem três espaços para a arborização: dois entre o espaço pedonal e o espaço viário (com largura entre 2m e 6,50m) e um ao centro da rua, entre os dois espaços viários (com largura entre 3m e 12m). O espaço de arborização central configura sempre uma faixa permeável contínua, mas os espaços laterais poderão tomar a forma de faixa contínua ou de caldeiras individualizadas. No último caso, será possível conciliar o espaço da arborização com outros usos, como estadia ou estacionamento, mas com consequências ao nível da redução da permeabilidade e, possivelmente, da redução do coberto arbóreo, devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura compreendida entre 4m e 8,50m, podendo incluir zonas de estadia ou ciclovia segregada. Existem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com uma largura entre 6m e 10,50m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode albergar até três vias de circulação, ciclovia segregada e/ou estacionamento.

Este modelo é em tudo semelhante ao modelo anterior (modelo 12), à exceção da dimensão da árvore utilizada nos alinhamentos laterais. Assim, um dos seus pontos fortes reside na diversidade de espécies que introduz na rua e os benefícios ecológicos e estéticos que daí advém. Mas, devido ao recurso a árvores médias-largas, este modelo apresenta um potencial mais elevado no que diz respeito à provisão de serviços de ecossistema. Tal como o anterior, este modelo apresenta áreas permeáveis relativamente reduzidas, dando primazia aos espaços pavimentados para a mobilidade pedonal e para a mobilidade viária.

A aplicação deste modelo é demonstrada no exemplo 9 (páginas 90-92).

Modelo 14 – Rua muito larga com alinhamento múltiplo: alinhamento central duplo de árvores de copa média-larga e alinhamentos bilaterais de árvores de copa média-estreita

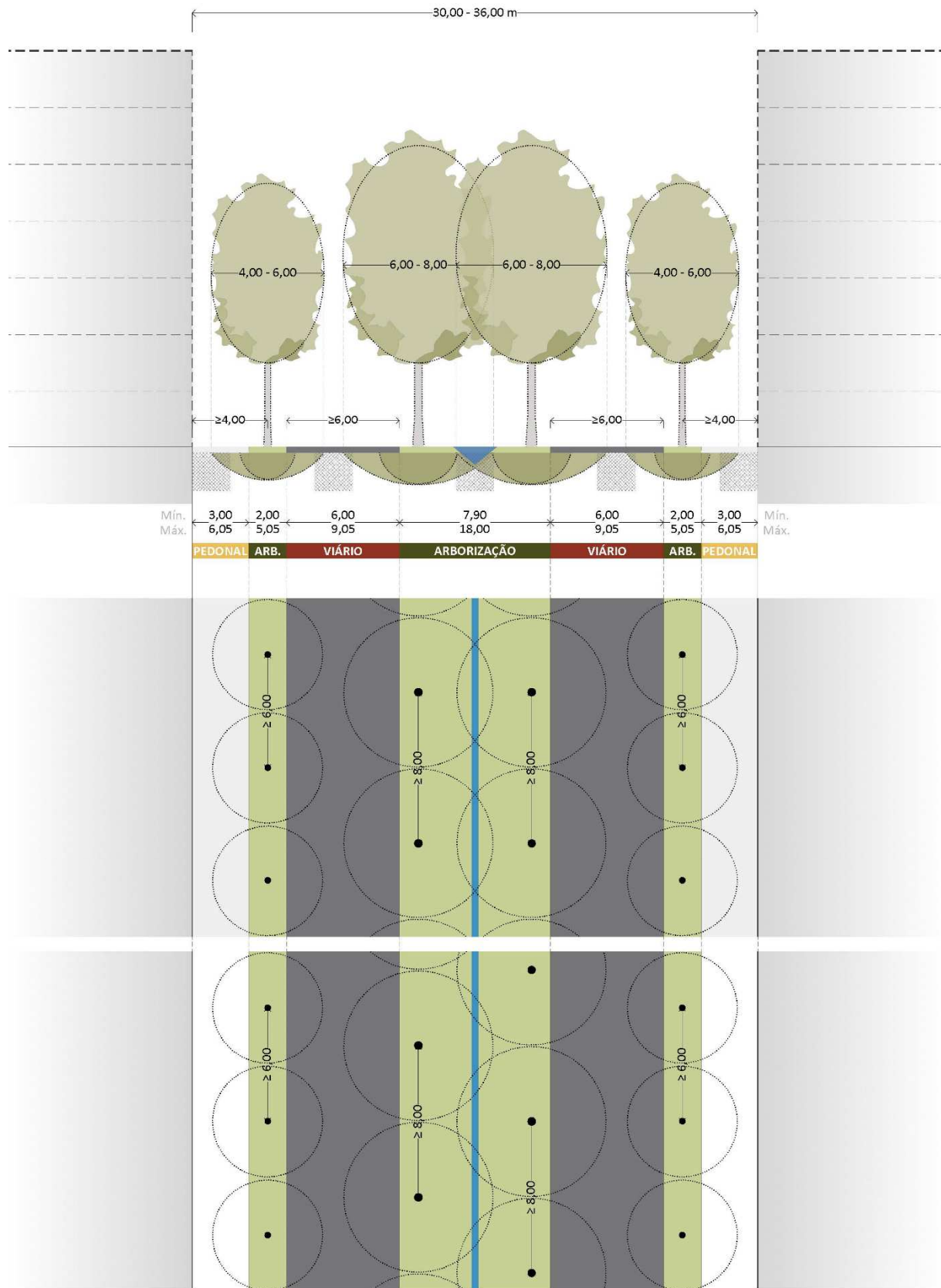


Figura 5.34 – Representação do modelo 14, em corte e em planta.

Tabela 5.15 – Especificações do modelo 14.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 30m e inferior a 36m
Tipo de alinhamento	Múltiplo (2 alinhamento centrais + 2 alinhamentos laterais)
Classe de largura de copa	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
	Média-estreita (igual ou superior a 4m e inferior a 6m) – ver Tabela 3.2 (pág. 15)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 4m para as árvores dos alinhamentos laterais (copa média-estreita)
Compasso de plantação	Mínimo 8m para as árvores de copa larga
	Mínimo 6m para as árvores de copa média-larga

Modelo de arborização apropriado para ruas muito largas, de largura igual ou superior a 30m e inferior a 36m, recorrendo a uma composição múltipla: um alinhamento central duplo com árvores de copa média-larga (6 a 8m; Tabela 3.3, subcapítulo 3.1.3) e alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita (4 a 6m; Tabela 3.2, subcapítulo 3.1.2). Existem, assim, três espaços para a arborização: dois entre os espaços pedonais e os espaços viários (largura entre 2m e 5,05m) e um entre os dois espaços viários, ao centro da rua (largura entre 7,90m e 18m). O espaço de arborização central corresponde a uma faixa permeável contínua onde se situam duas fileiras de árvores, podendo criar-se, entre estas fileiras, uma zona para acumulação, escoamento e infiltração de águas pluviais. Os espaços de arborização laterais podem traduzir-se em faixas contínuas ou caldeiras individualizadas. No último caso, será possível conciliar estes espaços com outros usos, como estadia ou estacionamento, o que irá originar uma redução da permeabilidade e, possivelmente, da redução do coberto arbóreo, devido ao aumento do compasso de plantação (por exemplo, a criação de dois lugares de estacionamento entre caldeiras exige um afastamento de 12m entre as árvores).

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura compreendida entre 3m e 6,05m, podendo incluir zonas de estadia ou ciclovia segregada. Existem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com uma largura entre 6m e 9,05m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode acolher até três vias de circulação, ciclovia segregada e/ou estacionamento.

Este modelo oferece simultaneamente vantagens ao nível das funções de circulação e de permeabilidade. A elevada largura destas ruas permite a alocação de múltiplas vias de circulação viária e passeios largos, assim como a existência de faixas permeáveis contínuas de grandes dimensões, especialmente ao centro da rua. A faixa permeável pode ser reservada para a implementação de um sistema urbano de drenagem sustentável (SUD) ou para a criação de espaços de estadia e recreio num jardim linear. A oportunidade de utilização e combinação de espécies diferentes promove a diversidade ecológica e estética, ao introduzir na rua um elevado número de árvores com características muito variadas, sendo um elemento muito interessante para o estímulo da biodiversidade urbana.

Modelo 15 – Rua muito larga com alinhamento bilateral de árvores de copa muito larga

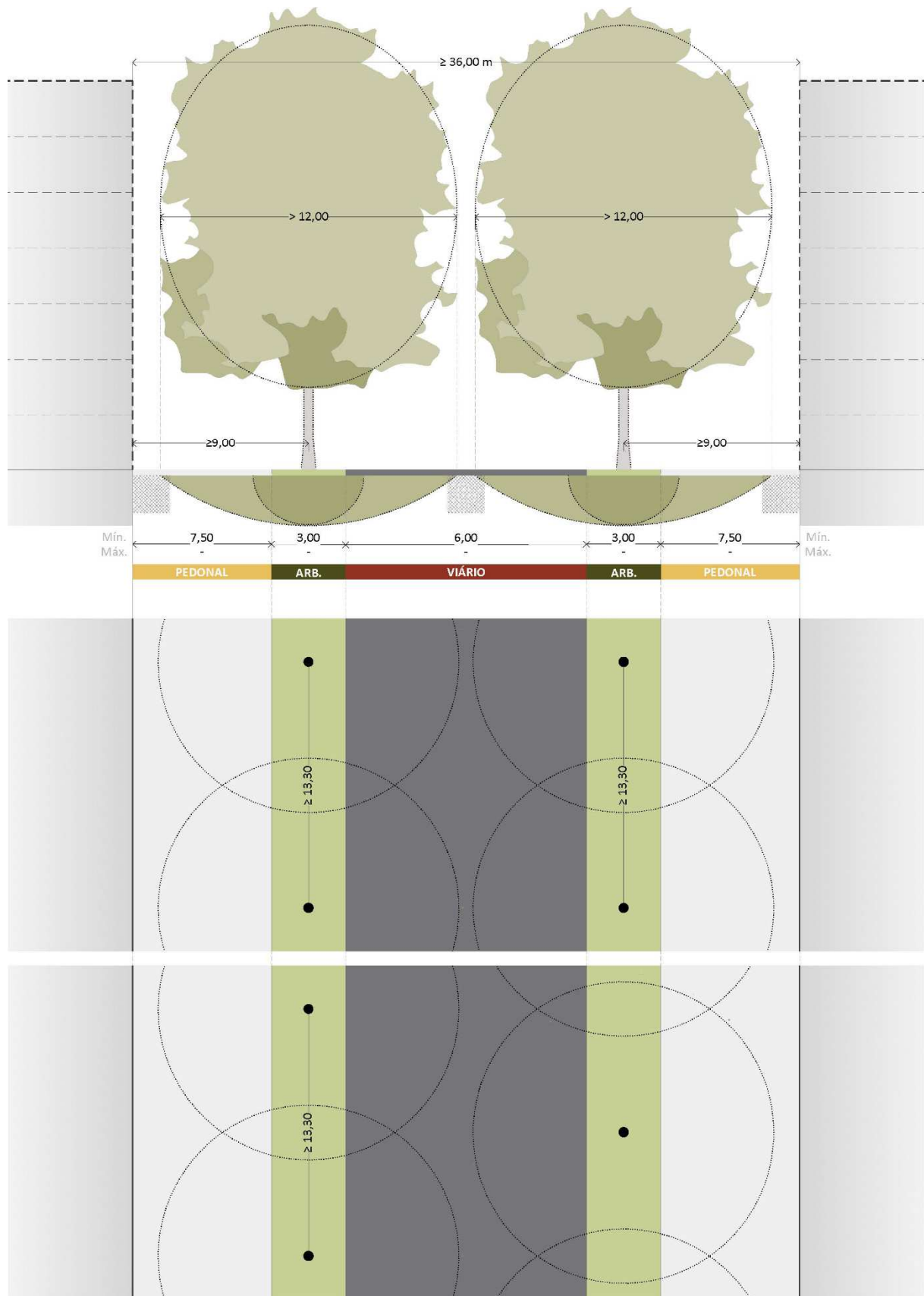


Figura 5.35 – Representação do modelo 15, em corte e em planta.

Tabela 5.16 – Especificações do modelo 15.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 36m
Tipo de alinhamento	Bilateral
Classe de largura de copa	Muito larga (igual ou superior a 12m) – ver Tabela 3.5 (pág. 21)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 9m
Compasso de plantação	Mínimo 13,30m

Modelo de arborização desenvolvido para ruas muito largas, de largura igual ou superior a 36m, utilizando alinhamentos laterais com árvores de copa muito larga ($\geq 12m$; Tabela 3.5, subcapítulo 3.1.5). Os espaços da arborização vão situar-se nas laterais da rua, entre os espaços pedonais e viários, apresentando uma largura mínima de 3m. Estes espaços podem traduzir-se, ao nível do solo e pavimentos, numa faixa permeável contínua ou em caldeiras individualizadas. A opção por caldeiras é sempre menos interessante do ponto de vista da permeabilidade, mas aumenta a possibilidade deste espaço para outras funções, como estadia ou estacionamento.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura mínima de 7,50m, podendo albergar zonas de estadia, jardim ou ciclovia segregada. O espaço de mobilidade viária localiza-se ao centro da rua, com uma largura mínima de 6m; dependendo da sua largura, este espaço pode incluir pelo menos duas vias de circulação, ciclovias segregadas e/ou estacionamento.

A partir dos 36m de largura da rua, é possível utilizar a árvore de maiores dimensões em mais do que uma fileira e em diversos posicionamentos, o que potencia a provisão dos serviços de ecossistemas desenvolvidos pela árvore em contexto de arruamento. Neste modelo, a árvore surge em alinhamentos laterais conferindo um carácter mais tradicional à rua e permitindo a associação de múltiplas funções no espaço da arborização (por exemplo, estadia ou estacionamento). Adicionalmente, é também possível expandir a área permeável para o espaço pedonal, constituindo oportunidades para a existência de jardim ao longo dos passeios laterais; neste caso, deve garantir-se que se mantém o devido afastamento entre o local de implantação da árvore e o limite da rua.

Modelo 16 – Rua muito larga com alinhamento central duplo de árvores de copa muito larga

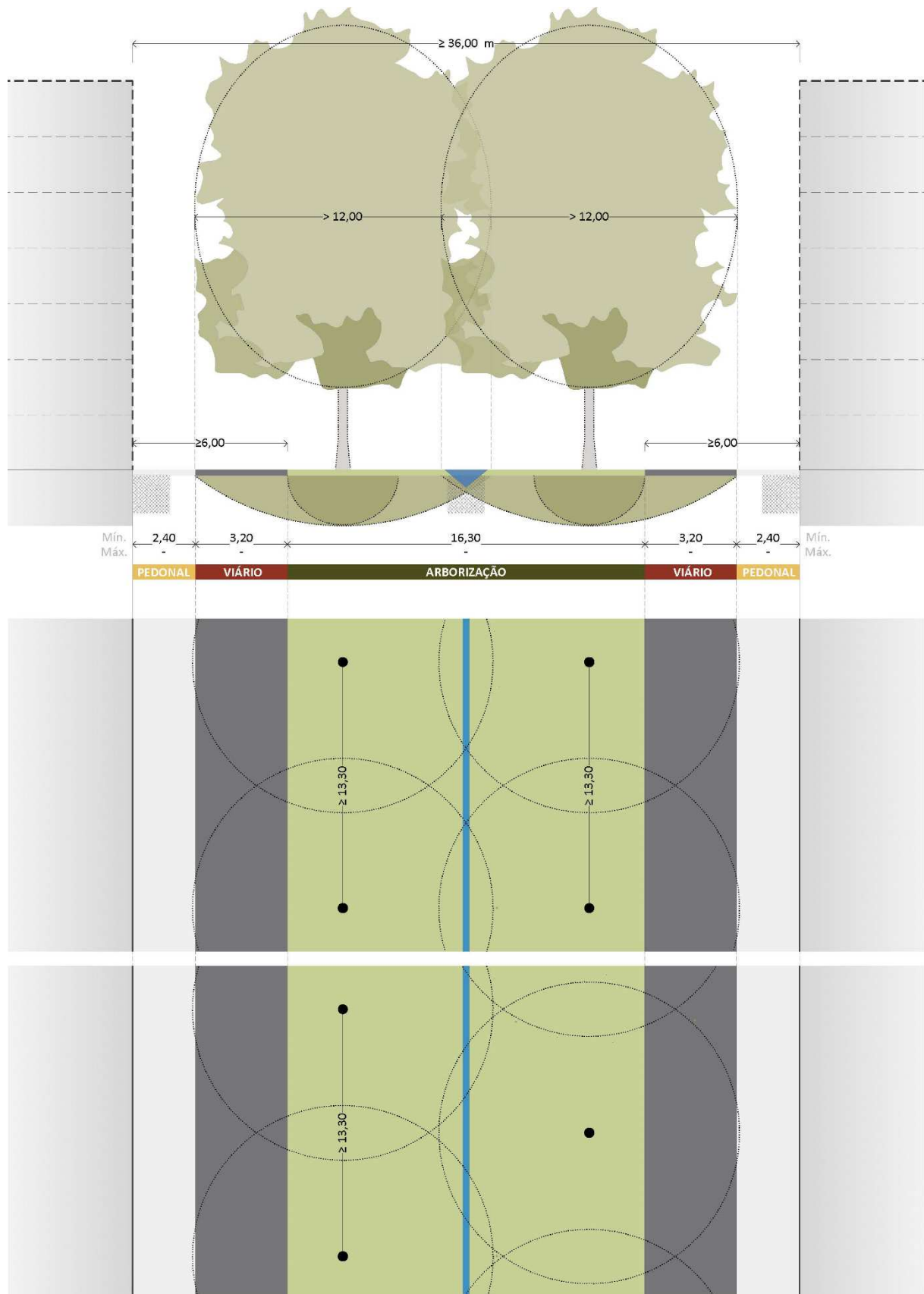


Figura 5.36 – Representação do modelo 16, em corte e em planta.

Tabela 5.17 – Especificações do modelo 16.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 36m
Tipo de alinhamento	Central duplo
Classe de largura de copa	Muito larga (igual ou superior a 12m) – ver Tabela 3.5 (pág. 21)
Compasso de plantação	Mínimo 13,30m

Modelo de arborização aplicável a ruas muito largas, de largura igual ou superior a 36m, utilizando um alinhamento central duplo composto por árvores de copa muito larga ($\geq 12\text{m}$; Tabela 3.5, subcapítulo 3.1.5). O espaço de arborização surge ao centro da rua, numa faixa permeável contínua com a largura mínima de 16,30m. A localização das árvores em duplo alinhamento ao centro da rua oferece muitas vantagens: possibilita a utilização de uma árvore de grande dimensão, garantindo a minimização dos conflitos com os limites laterais da rua, especialmente as fachadas dos edifícios; criam-se grandes oportunidades de espaço entre as fileiras da árvores que podem nomeadamente albergar soluções ambientalmente muito interessantes como, por exemplo, zonas especialmente orientadas para a recolha e infiltração de águas pluviais.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura mínima de 2,40m, podendo incluir zonas de estadia e ciclovia segregada. Existem dois espaços de mobilidade viária, um de cada lado da faixa central, com largura mínima de 3,20m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode acolher pelo menos uma via de circulação, ciclovia segregada ou estacionamento.

Este modelo é especialmente vantajoso no que toca ao seu potencial ecológico, mas também ao seu potencial para recreio e modos suaves de circulação. Por um lado, a utilização de árvores muito largas e a elevada superfície permeável gerada por este modelo intensificam os benefícios bioclimáticos (regulação térmica e do ciclo hidrológico, libertação de oxigénio, sequestro de carbono, captura de poluentes, etc.) e maximizam as oportunidades para a biodiversidade. Como referido anteriormente, a hipótese de introdução de um sistema urbano de drenagem sustentável, torna este modelo particularmente adequado para ruas sujeitas a fortes efeitos da precipitação, escoamento superficial e inundações. Por outro lado, a faixa permeável contínua ao centro da rua apresenta a possibilidade de inclusão de zonas de recreio ativo e passivo, assim como vias segregadas para circulação pedonal e de modos suaves distanciadas do restante tráfego viário (por exemplo, com a criação de um jardim central).

Modelo 17 – Rua muito larga com alinhamento múltiplo: alinhamento central de árvores de copa muito larga e alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga

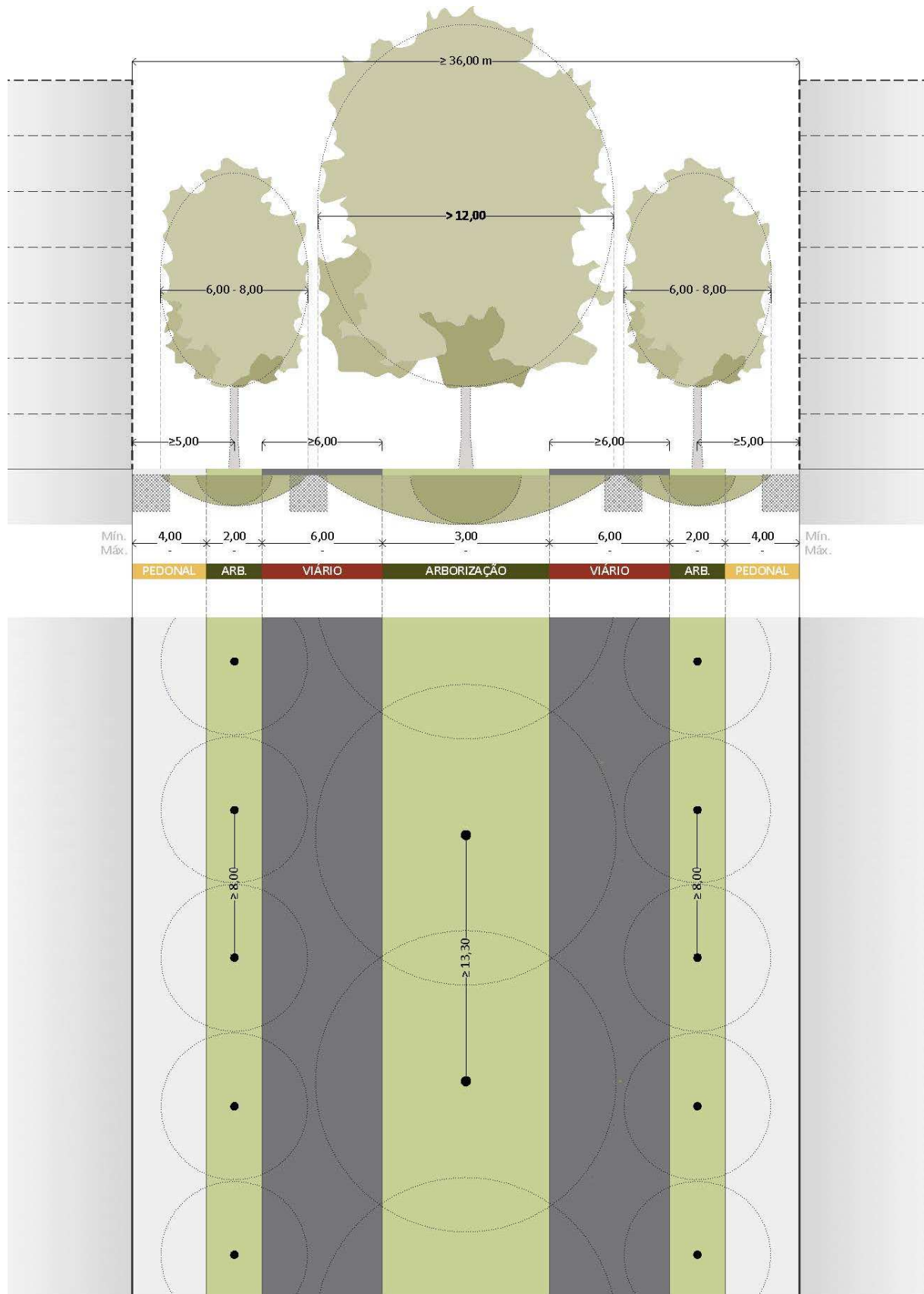


Figura 5.37 – Representação do modelo 17, em corte e em planta.

Tabela 5.18 – Especificações do modelo 17.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 36m
Tipo de alinhamento	Múltiplo (1 alinhamento central + 2 alinhamentos laterais)
Classe de largura de copa	Muito larga (igual ou superior a 12m) – ver Tabela 3.5 (pág. 21)
	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 5m para as árvores dos alinhamentos laterais (copa média-larga)
Compasso de plantação	Mínimo 13,30m para as árvores de copa muito larga
	Mínimo 8m para as árvores de copa média-larga

Modelo de arborização criado para ruas muito largas, de largura igual ou superior a 36m, utilizando uma composição múltipla: um alinhamento central de árvores de copa muito larga (≥ 12 m; Tabela 3.5, subcapítulo 3.1.5) e alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga (6 a 8m; Tabela 3.3, subcapítulo 3.1.3). Existem, deste modo, três espaços para a arborização: dois entre os espaços pedonais e os espaços viários, de cada lado da rua; um ao centro da rua, entre os dois espaços viários. O espaço de arborização central corresponde a uma faixa permeável contínua, mas os espaços laterais podem tomar a forma de faixas contínuas ou caldeiras individualizadas. Neste último caso, será possível conciliar o espaço da arborização com outros usos, como estadia ou estacionamento, mas isso irá ter implicações ao nível da permeabilidade da rua.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com largura mínima de 4m, podendo albergar zonas de estadia, zonas ajardinadas ou ciclovia segregada. Surgem dois espaços de mobilidade viária, separados pela faixa central, com uma largura mínima de 6m; dependendo da sua largura, cada espaço viário poderá incluir uma ou mais vias de circulação, ciclovia segregada e/ou estacionamento.

Tal como sucede com outros modelos com alinhamentos múltiplos, este mostra um interesse acrescido devido à diversidade ecológica e estética que introduz através do recurso a espécies com diferentes características. Neste caso, este modelo é ainda majorado pela utilização da maior árvore possível, o que o torna muito interessante ao nível dos serviços do ecossistema providenciados. No entanto, as características do zonamento ao nível do solo e pavimentos conduzem a uma preponderância de áreas pavimentadas, sugerindo a sua maior adequabilidade para ruas com elevadas exigências de tráfego e menor adequabilidade para situações que desejem maximizar a permeabilidade.

Modelo 18 – Rua muito larga com alinhamento múltiplo: alinhamento central duplo de árvores de copa larga e alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita

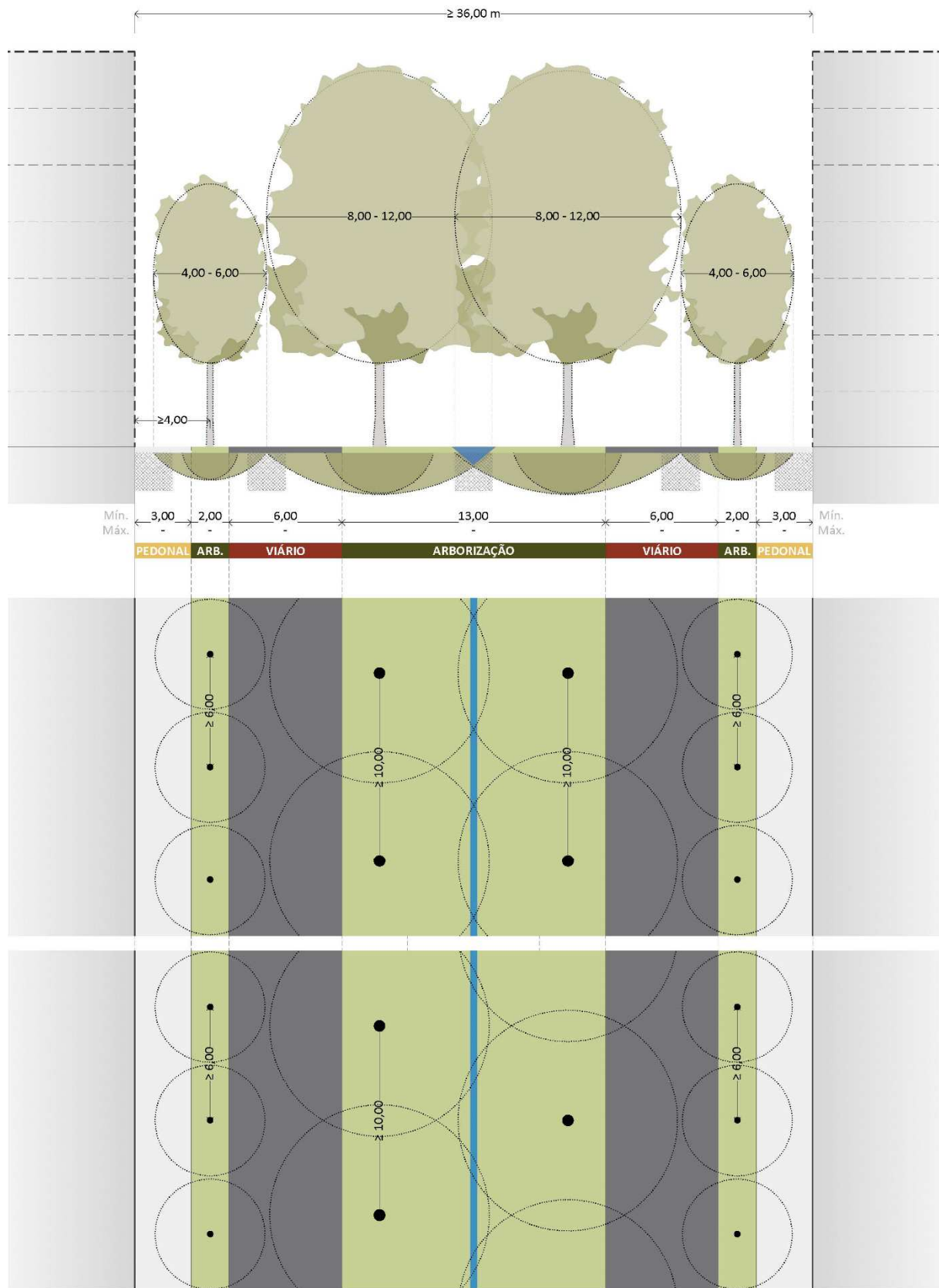


Figura 5.38 – Representação do modelo 18, em corte e em planta.

Tabela 5.19 – Especificações do modelo 18.

ESPECIFICAÇÕES	
Largura da rua	Igual ou superior a 36m
Tipo de alinhamento	Múltiplo (2 alinhamento central + 2 alinhamentos laterais)
Classe de largura de copa	Larga (igual ou superior a 8m e inferior a 12m) – ver Tabela 3.4 (pág. 19)
	Média-estreita (igual ou superior a 4m e inferior a 6m) – ver Tabela 3.2 (pág. 15)
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 4m para as árvores dos alinhamentos laterais (copa média-estreita)
Compasso de plantação	Mínimo 10m para as árvores de copa larga
	Mínimo 6m para as árvores de copa média-estreita

Modelo de arborização desenvolvido para ruas muito largas, de largura igual ou superior a 36m, recorrendo a uma composição múltipla: um alinhamento central duplo com árvores de copa larga (8 a 12m; Tabela 3.4, subcapítulo 3.1.4) e alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita (4 a 6m; Tabela 3.2, subcapítulo 3.1.2). Assim, surgem três espaços para a arborização em que dois se localizam nas laterais da rua, entre os espaços viários e os espaços pedonais, e um fica entre os dois espaços viários, ao centro da rua. O espaço de arborização central corresponde a uma acrescida oportunidade de espaço que nomeadamente se pode traduzir numa faixa permeável contínua, vocacionada para a circulação e drenagem das águas pluviais. Os espaços de arborização laterais podem traduzir-se em faixas permeáveis contínuas ou caldeiras individualizadas; a opção por caldeiras permite atribuir outros usos à área entre as árvores, mas origina um decréscimo acentuado da área permeável.

Os espaços de mobilidade pedonal encontram-se junto dos limites laterais da rua, com uma largura mínima de 3m, podendo incluir zonas de estadia ou ciclovias segregadas. Existem dois espaços de mobilidade viária, separados pela faixa central, com uma largura mínima de 6m; dependendo da sua largura, cada espaço viário pode incluir uma ou mais vias de circulação, ciclovias segregadas e/ou estacionamento.

A composição espacial sugerida por este modelo, do ponto de vista dos benefícios socio-ecológicos, resulta em: 1) acrescida diversidade de espécies; 2) elevada abundância de árvores; e 3) elevada área permeável. Por sua vez estes fatores poderão traduzir-se em vastas oportunidades para circulação pedonal, estadia e recreio, circulação de modos suaves e para a criação de habitats e corredores ecológicos (por exemplo, com a incorporação de um sistema urbano de drenagem sustentável). Este modelo maximiza o desempenho ecológico da rua e a sua fruição pelos cidadãos, podendo ficar relativamente diminuída a oportunidade para espaços viários e funções associadas.

5.5.1. Exemplos de aplicação e visualização de um modelo para uma rua muito largas

Exemplo 7 – Rua muito larga (32,20m) com alinhamento central de árvores de copa muito larga, do tipo plátano-híbrido (*Platanus x acerifolia*), plátano-oriental (*Platanus orientalis*), álamo-branco (*Populus alba* 'Nivea'), lódão (*Celtis australis*), pinheiro-manso (*Pinus pinea*) ou cedro-do-Líbano (*Cedrus libani*)

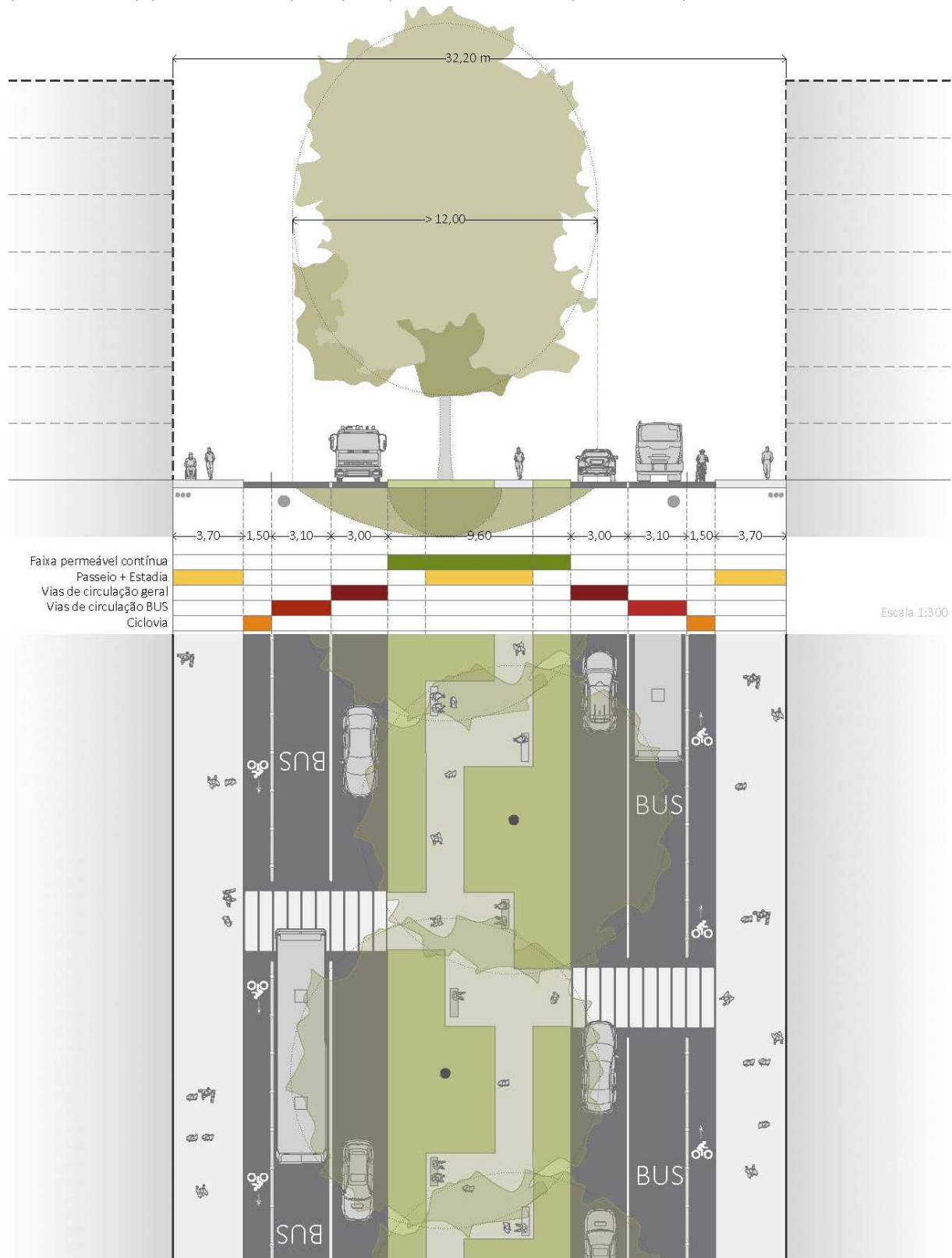


Figura 5.39 – Exemplo de aplicação do modelo 9 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de árvores de copa muito larga, do tipo plátano-híbrido (*Platanus x acerifolia*), plátano-oriental (*Platanus orientalis*), álamo-branco (*Populus alba* 'Nivea'), lódão (*Celtis australis*), pinheiro-manso (*Pinus pinea*) ou cedro-do-Líbano (*Cedrus libani*).

Exemplo 8 – Rua muito larga (32,20m) com alinhamento bilateral de árvores de copa larga, do tipo carvalho (*Quercus coccinea*, *Quercus palustris*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia* 'Raywood')

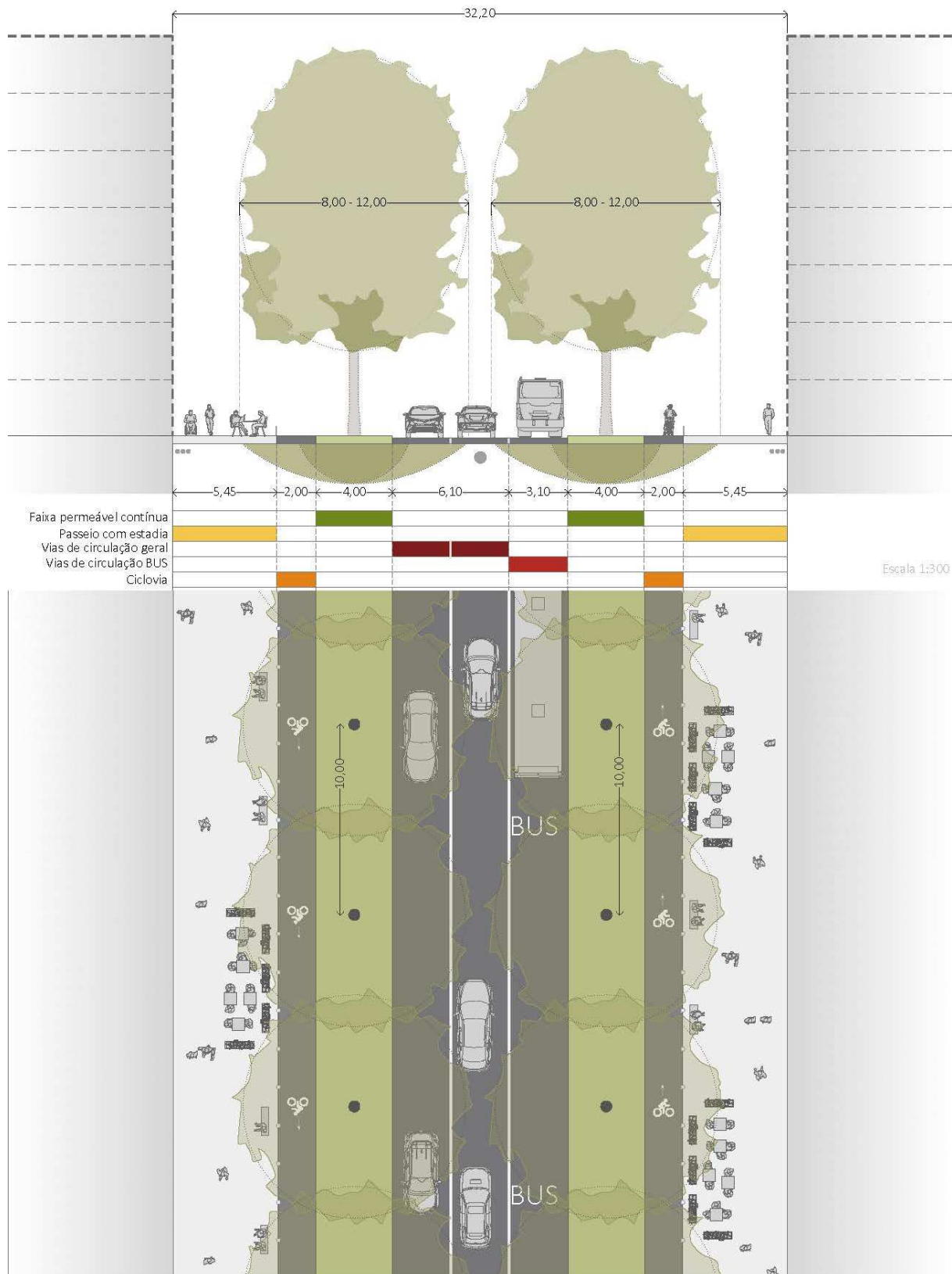


Figura 5.40 – Exemplo de aplicação do modelo 10 numa rua com 32,20m, com alinhamento bilateral de árvores de copa larga, do tipo carvalho (*Quercus coccinea*, *Quercus palustris*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia* 'Raywood').

Exemplo 9 – Rua muito larga (32,20m) com alinhamento múltiplo: alinhamento central de árvore de copa larga, do tipo tília (*Tilia platyphyllos* 'Fastigiata'), carvalho (*Quercus coccinea*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia*), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (*Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum'), bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtiberica*) ou ginkgo (*Ginkgo biloba*)

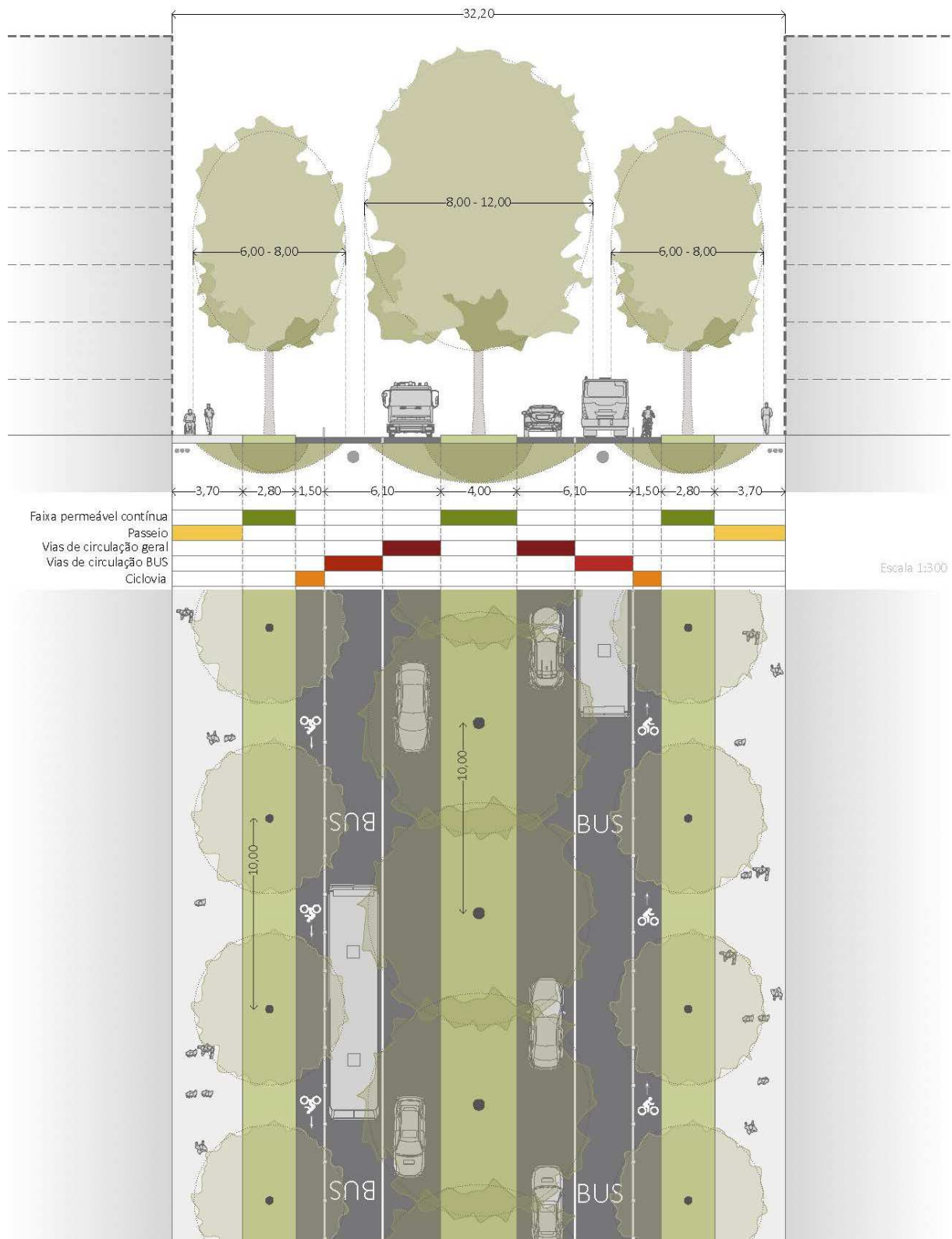


Figura 5.41 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (*Tilia platyphyllos* 'Fastigiata'), carvalho (*Quercus coccinea*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia*), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (*Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum'), bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtiberica*) ou ginkgo (*Ginkgo biloba*).

Exemplo 9 – Rua muito larga (32,20m) com alinhamento múltiplo: alinhamento central de árvore de copa larga, do tipo tília (*Tilia platyphyllos* 'Fastigiata'), carvalho (*Quercus coccinea*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia*), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (*Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum'), bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtiberica*) ou ginkgo (*Ginkgo biloba*)

Visualização realista (<https://www.youtube.com/channel/UCNWyrOhoJiMOrFUjNVBo1tQ>)



Figura 5.42 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (*Tilia platyphyllos* 'Fastigiata'), carvalho (*Quercus coccinea*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia*), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (*Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum'), bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtiberica*) ou ginkgo (*Ginkgo biloba*): vista de topo (visualização realista).



Figura 5.43 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (*Tilia platyphyllos* 'Fastigiata'), carvalho (*Quercus coccinea*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia*), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (*Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum'), bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtiberica*) ou ginkgo (*Ginkgo biloba*): vista ao centro da rua (visualização realista).



Figura 5.44 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (*Tilia platyphyllos* 'Fastigiata'), carvalho (*Quercus coccinea*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia*), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (*Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum'), bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtiberica*) ou ginkgo (*Ginkgo biloba*): vista lateral esquerda (visualização realista).



Figura 5.45 – Exemplo de aplicação do modelo 13 numa rua com 32,20m, com alinhamento central de de árvore de copa larga, do tipo tília (*Tilia platyphyllos* 'Fastigiata'), carvalho (*Quercus coccinea*) ou freixo (*Fraxinus angustifolia*), e alinhamentos laterais de árvore de copa média-larga, do tipo tulipeiro (*Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum'), bétula (*Betula pubescens* ssp. *celtiberica*) ou ginkgo (*Ginkgo biloba*): vista lateral direita (visualização realista).

5.6. Modelos de exceção

Para situações não previstas nos modelos gerais de arborização, foram desenvolvidos modelos de exceção como forma de introduzir pontualmente árvores em espaços ocasionais que as possam acolher. Estas exceções são particularmente relevantes em situações em que há grandes limitações à ocorrência de arborização contínua, na forma de alinhamentos, ou seja, em ruas estreitas (10-14m) e muito estreitas (largura inferior a 10m; Relatório 1, 2021). Nas ruas estreitas, as opções para arborização contínua são muito restritas e aconselha-se apenas a utilização de alinhamentos unilaterais com árvores de copa estreita. Por sua vez, considera-se desadequada a arborização contínua de ruas muito estreitas, pois a presença da árvore nestes espaços contíguos iria provocar excessivos conflitos com o limite da rua ou iria comprometer a passagem de veículos de emergência.

Os modelos de exceção permitem aproveitar oportunidades extraordinárias de espaço que surgem frequentemente sob a forma de áreas de alargamento pontual, devido a recuo do edificado ou em intersecções das ruas, para a introdução de árvores. Tal como nos restantes modelos, o posicionamento da árvore nestes casos deve atender a três regras fundamentais: 1) garantia de um corredor para veículos de emergência, com a largura mínima de 6m; 2) garantia de um corredor para circulação pedonal, com a largura mínima de 2,40m; 3) garantia de um afastamento mínimo de 1m entre o limite da rua e a copa da árvore até aos seus 20-30 anos. Também se deve procurar introduzir a maior árvore possível para o espaço disponível. Estes modelos podem ser conjugados com outros modelos de arborização, sempre que for relevante uma árvore nestas circunstâncias.

Tabela 5.20 – Especificações dos modelos de exceção A, B, C e D (Figura 5.46).

ESPECIFICAÇÕES	
Modelo A	
Classe de largura de copa	Estreita (inferior a 4m) – ver Tabela 3.1 (pág. 13)
Compasso de plantação	Mínimo 6m
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 3m
Modelo B	
Classe de largura de copa	Média-estreita (igual ou superior a 4m e inferior a 6m) – ver Tabela 3.2 (pág. 15)
Compasso de plantação	Mínimo 6m
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 4m
Modelo C	
Classe de largura de copa	Média-larga (igual ou superior a 6m e inferior a 8m) – ver Tabela 3.3 (pág. 17)
Compasso de plantação	Mínimo 8m
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 5m
Modelo D	
Classe de largura de copa	Larga (igual ou superior a 8m e inferior a 12m) – ver Tabela 3.4 Tabela 3.5 (pág. 19)
Compasso de plantação	Mínimo 10m
Distância entre eixo de implantação e limite lateral da rua	Mínimo 7m

Os **modelos A, B, C e D** (Figura 5.46) são aplicáveis em ruas onde existe um recuo pontual das fachadas. Consoante a dimensão deste recuo, é possível incluir árvores de diferentes classes de largura de copa desde que seja assegurada a distância mínima entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua, conforme o indicado na Tabela 5.20. Podem ser introduzidas nestes espaços uma ou mais árvores, desde que se assegure a distância mínima para o compasso de plantação de cada classe de largura de copa.

Os **modelos E e F** (Figura 5.47) tiram proveito de espaços que surgem em zonas de cruzamento ou entroncamento de ruas, onde é possível introduzir uma ou mais árvores. O modelo E refere-se a situações em que existe espaço para a árvore junto do limite da rua e/ou sobre o espaço pedonal. O Modelo F refere-se a situações em que surge espaço para a árvore ao centro da rua, em contexto de ilhéus direcionais ou pequenas rotundas.

A aplicação do modelo B pode ser observada abaixo no exemplo 10 (idêntico ao exemplo 2, cuja visualização realista pode ser vista nas páginas 44-45), onde se demonstra a articulação com o modelo 1. Nesta rua estreita, de 12,90m de largura, surge um recuo das fachadas que permite a introdução de árvores num local não previsto pelo modelo geral de arborização.

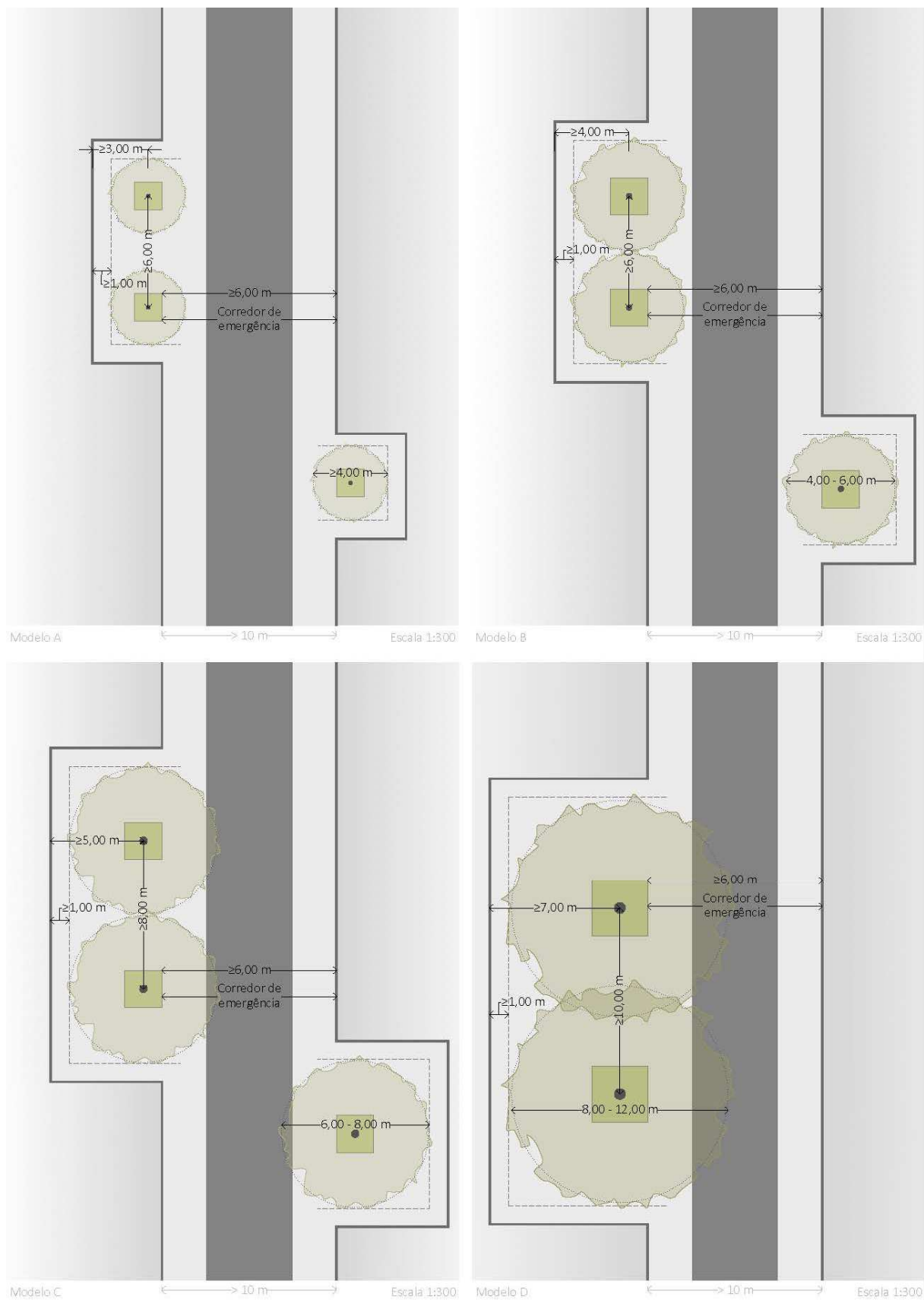


Figura 5.46 – Representação dos modelos de exceção A, B, C e D, em planta.

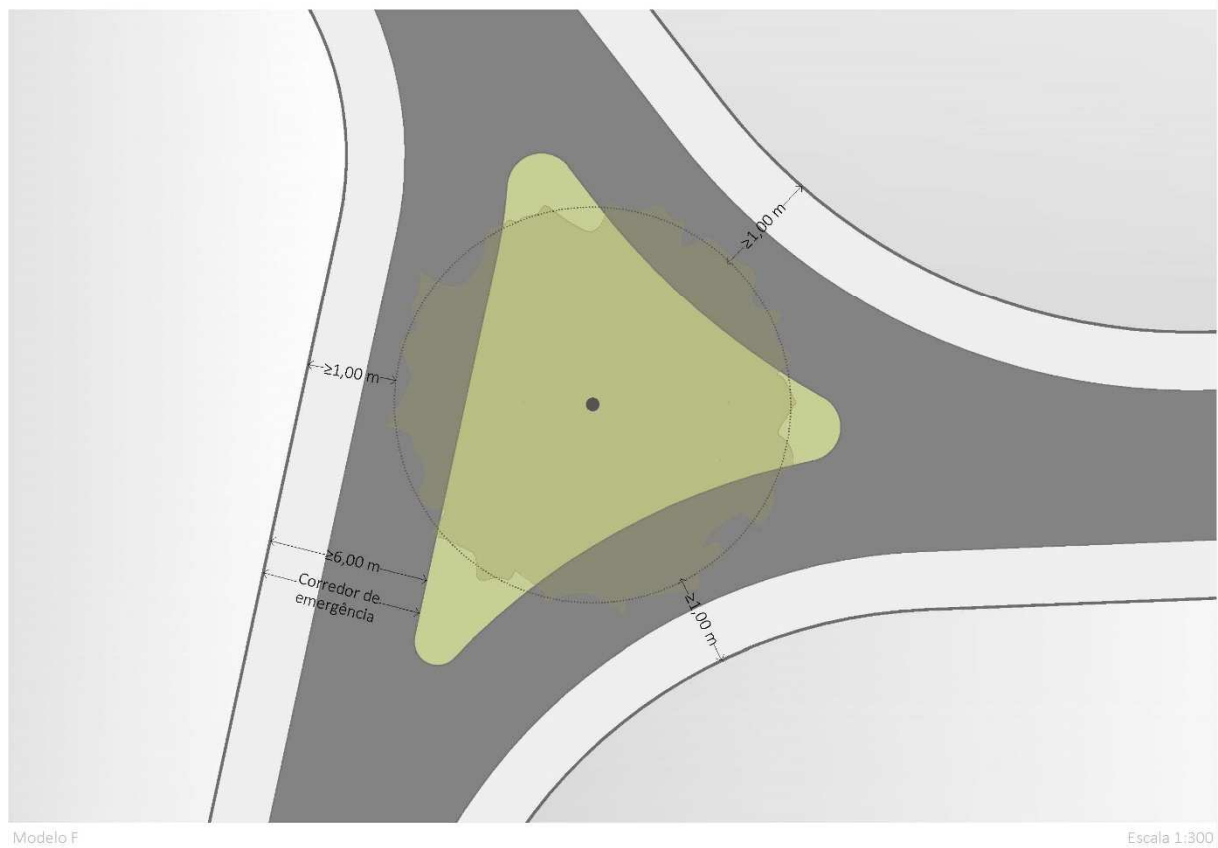
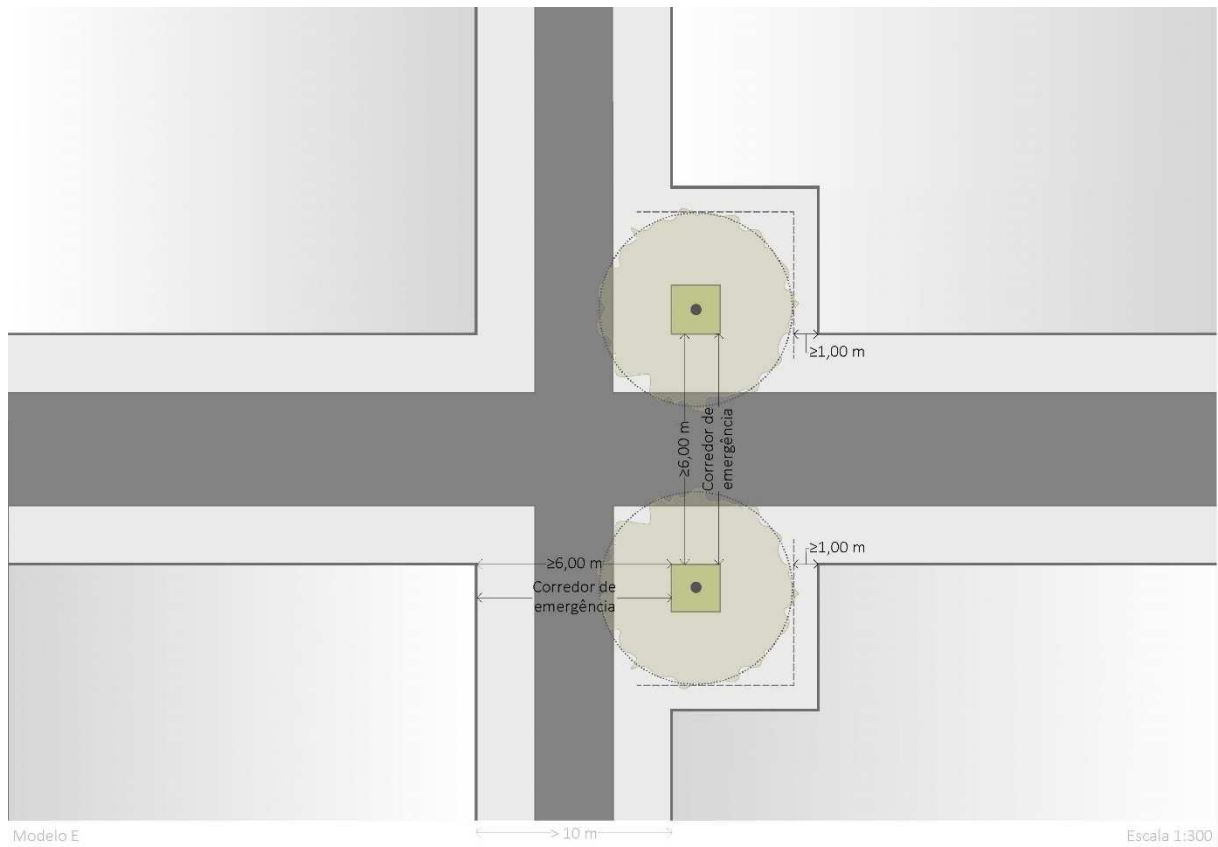


Figura 5.47 – Representação dos modelos de exceção E e F, em planta.

5.6.1. Exemplo de aplicação e visualização de um modelo de exceção

Exemplo 10 – Rua estreita (12,90m) com arborização pontual de árvores de copa média-estreita, do tipo freixo de copa estreita (*Fraxinus ornus* 'Obelisk'), numa situação de recuo das fachadas, a complementar um alinhamento unilateral de árvores de copa estreita

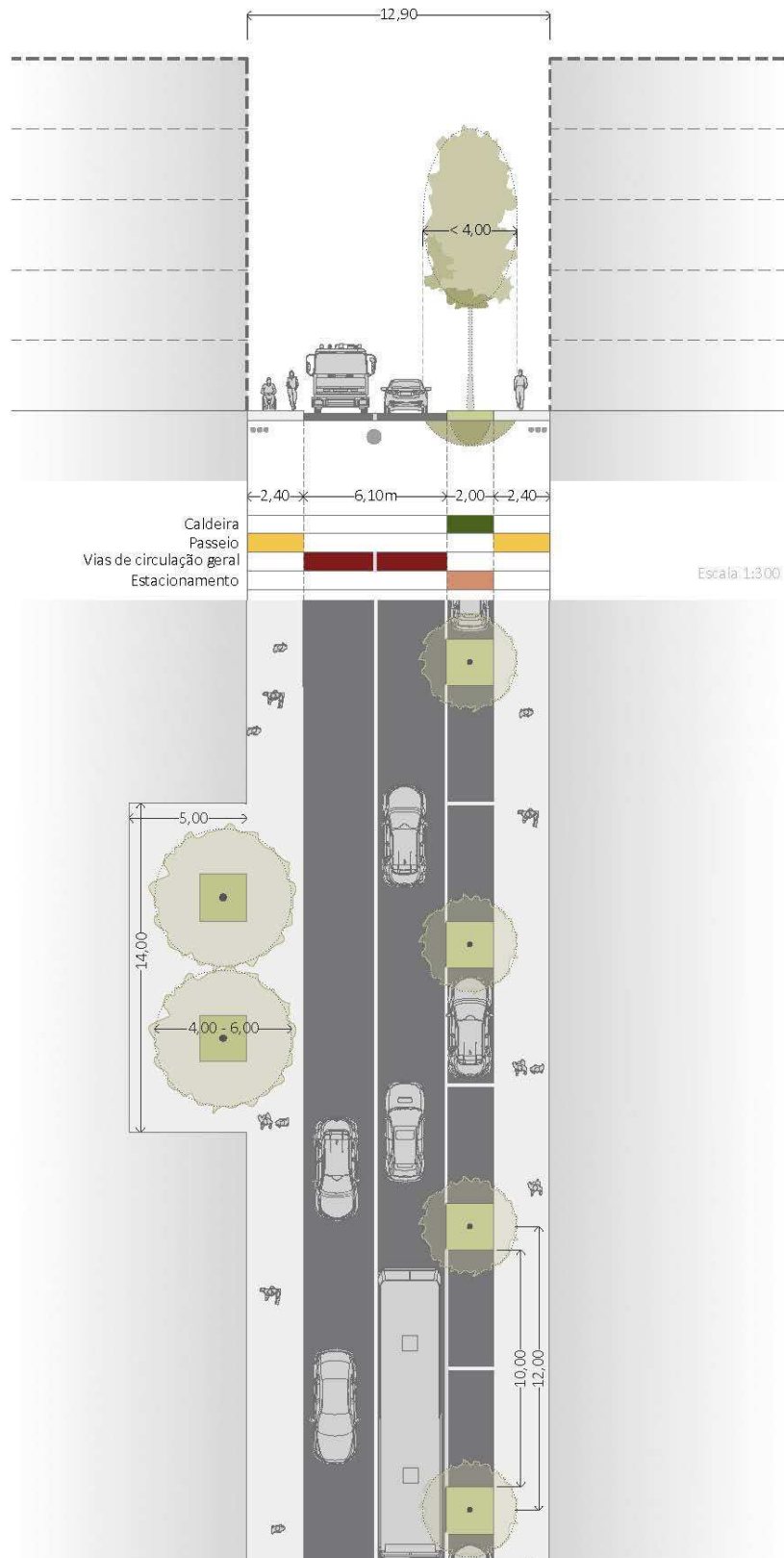


Figura 5.48 – Exemplo de aplicação do modelo de exceção B numa rua com 12,90m, com arborização pontual de árvores de copa média-estreita, do tipo freixo de copa estreita (*Fraxinus ornus* 'Obelisk'), numa situação de recuo das fachadas, a complementar um alinhamento unilateral de árvores de copa estreita.

6. Conclusão e recomendações

Este plano pretende contribuir para o desenvolvimento da arborização das ruas do Porto, e neste quadro a promoção da *floresta urbana*, salientando oportunidades e sugerindo um conjunto de soluções abrangentes e flexíveis, aplicáveis à generalidade das ruas. Toda a reflexão assenta na melhor articulação possível entre o espaço disponível na rua e o espaço necessário para a árvore, especificamente a correspondência entre as classes de largura de rua e as classes de largura da copa das árvores. Todos os modelos formulados pressupõem, com alguma margem de segurança, a observação dos limites entre o espaço público da rua e propriedades adjacentes, assim como a garantia dos fluxos vitais da rua (circulação pedonal, acesso às propriedades adjacentes, circulação e operação de veículos de emergência).

Existem inúmeros fatores que vão influenciar a escolha do modelo mais adequado, em diferentes fases do projeto de arborização. Para a orientação numa fase mais inicial, terá de se aferir a largura da rua ao longo de todo o troço a intervencionar, de modo a conseguir qualificá-lo corretamente como rua estreita (10-14m), rua média (14-18m), rua larga (18-26m) ou rua muito larga ($\geq 26m$). Este passo inicial permite apurar quais as principais opções recomendadas (Tabela 5.1).

Nas fases seguintes, há que ter em conta diversos fatores que poderão influenciar o zonamento dos espaços da rua, isto é, a localização, a dimensão e o número de cada tipo de espaço (espaço da arborização, espaço pedonal e espaço viário). Considera-se relevante a averiguação da importância da rua para a estrutura ecológica, para a mobilidade suave e para a estrutura viária da cidade, assim como o seu contexto a nível de usos urbanos (habitação, comércio, equipamentos, etc.) que vão influenciar fortemente as exigências ao nível de fluxos e outras funções. Por exemplo, uma rua localizada numa zona puramente residencial poderá apresentar menor necessidade de vias de circulação, mas elevadas expectativas de estacionamento, enquanto numa zona dedicada ao comércio exigirá maior área para circulação e estadia pedonal.

No âmbito de cada modelo, a seleção da espécie arbórea deve ter em atenção a diversidade arbórea ao nível da cidade, promovendo sempre que possível uma elevada riqueza de espécies, evitando definitivamente o uso daquelas com provado caráter invasor. A diversidade de espécies favorece a resiliência da floresta urbana face a problemas fitossanitários e outros causados por fenómenos climáticos extremos, cada vez mais relevantes no contexto das alterações climáticas (secas, ondas de calor, inundações, etc.). O tipo de malha urbana envolvente (altura do edificado e sua morfologia) e as suas características arquitetónicas podem também inspirar a escolha da espécie arbórea.

De um modo geral, as árvores de maiores dimensões, mais maduras e com maior densidade foliar providenciam serviços de ecossistema a um nível mais significativo e, por isso, recomenda-se a utilização da maior árvore possível em cada rua. Neste âmbito, os modelos de arborização que permitem a utilização da maior árvore são os que preveem alinhamentos centrais, criando ainda oportunidades de maior permeabilidade, biodiversidade e uso de modos suaves de circulação na placa central; em alternativa, estes modelos, quando necessário, também podem viabilizar um maior número de vias de circulação de cada lado da placa central, garantindo sempre a presença da maior árvore possível.

Considera-se também importante a avaliação do contexto bioclimático da rua, nomeadamente em relação à exposição solar, qualidade do ar e condições hidrológicas. Em relação à exposição solar, a

arborização das ruas deve ser cuidadosamente observada, tendo em conta sobretudo a orientação das fachadas. Uma rua com orientação este-oeste beneficiará de arborização que promova o sombreamento das fachadas viradas a sul. No caso das fachadas expostas a norte, que não recebem luz direta durante a maior parte do ano, a arborização, quando oportuna, deve recorrer a espécies de folha caduca e copa pouco densa, como, por exemplo, *Acer x freemanii*, *Betula* sp., *Fraxinus* sp., *Ginkgo biloba*, *Melia azedarach*, etc.

A arborização tem também influência sobre os fluxos e a velocidade do ar ao nível da rua. Em relação à velocidade do vento, as árvores podem funcionar como “filtros” ou como barreiras, sendo que o efeito de “filtro” deve ser privilegiado de modo a otimizar a drenagem atmosférica. Para garantir esta drenagem atmosférica deve, no geral, recorrer-se a árvores de copa pouco densa, preferencialmente de folha caduca, de modo a conseguir, simultaneamente, a diminuição da velocidade do vento ao longo da rua e a manutenção do efeito de dispersão de partículas em suspensão (por exemplo, *Acer x freemanii*, *Betula* sp., *Fraxinus* sp., *Ginkgo biloba*, *Melia azedarach*, etc.). Por outro lado, numa rua com especiais problemas de concentração de poluentes, recomenda-se a utilização de árvores de copa larga e densa, pois estas são as mais capacitadas para absorver dióxido de carbono e fixar partículas em suspensão atmosférica, garantindo ainda relevante emissão de oxigénio e vapor de água. Neste âmbito, árvores como *Acer pseudoplatanus*, *Platanus* sp., *Quercus* sp. ou *Tilia* sp. constituem exemplos de árvores de copa larga e densa, com comprovado desempenho no contexto do Porto.

As áreas urbanas com maior proporção de área permeável estão também associadas a maiores benefícios ambientais, especialmente no que diz respeito à regulação hidrológica e oportunidades para a biodiversidade; neste âmbito, é fundamental maximizar a área permeável, sobre a forma de áreas ajardinadas na placa central ou nos passeios, e/ou a possibilidade de recurso a sistemas urbanos de drenagem sustentável (SUDs). Do mesmo modo, deve privilegiar-se a utilização de faixas permeáveis contínuas para a implantação das árvores, em detrimento de caldeiras individualizadas. Também neste contexto, uma árvore de copa mais larga e densa poderá ter um papel significativo na interceção da precipitação, mitigando os efeitos de episódios torrenciais; esta situação é particularmente eficiente se a árvore for perenifólia, a qual pode excecionalmente ser usada em espaços da rua onde não haja problema de bloqueio permanente de luz às fachadas. Para este efeito, indicam-se algumas espécies, como *Aesculus* sp., *Celtis australis*, *Fagus sylvatica*, *Magnolia grandiflora*, *Pinus pinea*, *Quercus* sp., *Ulmus* sp.; no caso das caducifólias, aconselha-se especialmente a utilização de espécies cujas folhas caídas se decompõem rapidamente, de modo a ultrapassar problemas de acumulação de resíduos que dificultem a drenagem das águas nas zonas mais baixas (por exemplo, o lódão, *Celtis australis*).

Tal como está explicitado nos modelos, deve ser garantido, desde as primeiras fases da intervenção, o espaço necessário para o crescimento livre da árvore, com o mínimo de operações de manutenção, num período de 20 a 30 anos. Para isto é necessário: 1) localizar corretamente o espaço de implantação da arborização de modo a minimizar a probabilidade de a copa tocar nas fachadas, e 2) garantir a proteção do sistema radicular, especialmente da placa radicular estrutural. Neste sentido, importa minimizar o conflito da arborização com as infraestruturas localizadas no subsolo; para isto, recomenda-se a circunscrição das infraestruturas em zonas mais afastadas da árvore, junto ao edificado ou ao centro do espaço viário, e/ou a sua inclusão em canais técnicos (trincheiras partilhadas por várias infraestruturas). Pode também recorrer-se ao uso de telas ou outras barreiras

anti-raízes para proteger as infraestruturas, sem interferir muito com o desenvolvimento do sistema radicular.

Todos estes aspetos serão abordados e adequados em contexto de pormenorização, através de projeto de espaço público, aplicado a 10 ruas do Porto (protótipos de intervenção).

7. Referências

- Ajuntament de Barcelona. (2017). *Trees for life: Master Plan for Barcelona's Trees 2017-2037*. Àrea d'Ecologia Urbana, Ajuntament de Barcelona.
<https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Pla-director-arbrat-barcelona-ENG.pdf>
- Ajuntament de Barcelona. (2009). *Las Ramblas*. [Brochura]
- André Bryant Jeunes Plants. (2022). *André Bryant Jeunes Plants*. <https://www.andre-briant.fr/en/> (consultado em 13 de janeiro de 2022).
- Andresen, T. & Marques, T. P. (2001). *Jardins Históricos do Porto*. Edições INAPA. Lisboa.
- ASPECT Studios and Tree Logic. (2011). *Urban Forest Diversity Guidelines - Tree Species Selection Strategy for the City of Melbourne*. City of Melbourne.
- Aviso n.º 14465/2017 de 30 de novembro. Diário da República n.º 231/2017, Série II. Município de Lisboa. Lisboa.
- Ayuntamiento de Madrid. (2018). *Plan Director del Arbolado Viário de la Ciudad de Madrid*. Plan de Infraestrutura Verde y Biodiversidade. Madrid.
<https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/TODOsobre/PlanInfraestructuraVerdeYBiodiversidad/PlanesDirectores/Plan%20Director%20del%20Arbolado%20Viario.pdf>
- Benevolo, L. (1978). *Historia de la arquitectura moderna*. 3ª edição. Editorial Gustavo Gili, Espanha.
- Brasche, J., Hausladen, G., Maderspacher, J., Schelle, R., Zolch, T. (2020). *Leitfaden für klimaorientierte Kommunen in Bayern - Handlungsempfehlungen aus dem Projekt Klimaschutz und grüne Infrastruktur in der Stadt am Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung*. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Munique.
- Câmara Municipal de Lisboa. (2018). *Lisboa: o Desenho da Rua – Manual de Espaço Público*. Lisboa. ISBN 978-972-8403-46-1
- CMP, Câmara Municipal do Porto. (2020a). *Código Regulamentar do Município do Porto*. Porto: Câmara Municipal do Porto
- CMP, Câmara Municipal do Porto. (2020b). *Plano Diretor Municipal do Porto - Regulamento*. Porto: Câmara Municipal do Porto
- City of Sydney. (2013). *Urban Forest Strategy*. Sydney.
- Decreto-lei n.º 28:468 de 15 de fevereiro de 1938. Diário do Governo n.º 37. Série I. Direção Geral da Fazenda Pública. Lisboa.
- Decreto-lei n.º 92/2019 de 10 de julho. Diário da República n.º 130/2019, Série I. Assembleia da República. Lisboa.

- Dicke, S. G. (2010). Preservação de árvores em locais de obra. In J. C. Azevedo & A. Gonçalves (eds.), *Manual de Boas Práticas em Espaços Verdes*. Câmara Municipal de Bragança.
- CMP, Câmara Municipal do Porto. (2009). *Programa Municipal de Arborização: Relatório Final*. Direção Municipal de Ambiente e Serviços Urbanos – Câmara Municipal do Porto.
- Dobson, M. (1995). Tree root systems. *Arboriculture Research and Information Note 130/95/ARB*. Arboricultural Advisory and Information Service, Farnham.
- Ebben. (2022). *Wide range of trees and shrubs | Ebben Nurseries*. <https://www.ebben.nl/en/> (consultado em 13 de janeiro de 2022).
- Embrén, B., Alvim, B-M., Stal, O., Orvesten, A. (2009). *Planting Beds in the City of Stockholm: A Handbook*. City of Stockholm. Estocolmo.
- Forrest, M., & Konijnendijk, C. (2005). A history of urban forests and trees in Europe. In Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., & Schipperijn, J. (eds.), *Urban forests and trees* (pp. 23-48). Springer.
- Georgia Forestry Commission (s.d.). *Where Are My Trees' Roots?* [Brochura].
- Girouard, M. (1985). *Cities & people: a social and architectural history*. Yale University Press.
- Hillier Nurseries. (2022). *Hillier Garden Centres*. <https://www.hillier.co.uk/> (consultado em 14 de janeiro de 2022).
- Hobhouse, P., & Edwards, A. (2020). *The story of gardening*. Princeton Architectural Press.
- Jellicoe, G. A., & Jellicoe, S. (1995). *The landscape of man: shaping the environment from prehistory to the present day*. Thames and Hudson.
- Lawrence, H. W. (2006). *City trees: A historical geography from the Renaissance through the nineteenth century*. University of Virginia Press.
- Lei n.º 53/2012 de 5 de setembro. Diário da República n.º 172/2012, Série I de 10 de outubro de 2012. Assembleia da República. Lisboa.
- Lei n.º 59/2021 de 18 de agosto. Diário da República n.º 160/2021, Série I de 14 de setembro de 2021. Presidência do Conselho de Ministros/ Economia e Transição Digital. Lisboa.
- Lei n.º nº92/2019 de 10 de julho. Diário da República nº130/2019, Série I de 10 de julho de 2019. Presidência do Conselho de Ministros/ Ambiente e Transição Energética. Lisboa.
- Lorenz Von Ehren (2014). *The Nursery*. 4th Edition. Hamburg: Pflanzenhandel Lorenz von Ehren GmbH & Co. ISBN: 978-3-00-046771-4.
- Moreira, J. (2008). *Árvores e Arbustos em Portugal*. Argumentum. Lisboa. ISBN: 978-972-8479-59-0
- Portaria n.º 124/2014 de 24 de junho. Diário da República n.º 119/2014, Série I. Presidência do Conselho de Ministros e Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Agricultura e do Mar. Lisboa.

Portaria n.º 135/2020 de 2 de junho. Diário da República n.º 107/2020, Série I. Administração Interna. Lisboa.

Sanders, J. & Grabosky, J. (2014). 20 years later: Does reduced soil area change overall tree growth?. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 295-303.

Soccio, D. J. (2015). *Archetypes of wisdom: an introduction to philosophy*. Cengage Learning.

TDAG - Trees and Design Action Group. (2012). *Trees in the Townscape: A Guide for Decision Makers*. Reino Unido. <https://www.tdag.org.uk/trees-in-the-townscape.html>

TDAG - Trees and Design Action Group. (2014). *Trees in Hard Landscapes: A Guide for Delivery*. Reino Unido. <https://www.tdag.org.uk/trees-planning-and-development.html>

TDAG - Trees and Design Action Group. (2018). *Tree Species Selection for Green Infrastructure: A Guide for Specifiers*. Reino Unido. <https://www.tdag.org.uk/tree-species-selection-for-green-infrastructure.html>

TDAG - Trees and Design Action Group. (2021). *Trees, Planning and Development: A Guide for Delivery*. Reino Unido. <https://www.tdag.org.uk/trees-planning-and-development.html>

Trowbridge, P.J., & Bassuk, N.L. (2004). *Trees in the Urban Landscape*. Wiley, Hoboken, New Jersey, U.S.

Van den Berk Nurseries. (2022). *Tree and shrub specialists | Van den Berk Nurseries*. <https://www.vdberk.com>. (consultado em 12 de janeiro de 2022).

Ville de Lausanne. (2019). *Stratégie municipale pour le patrimoine arboré et forestier lausannois*. Lausanne.

Ville de Paris. (2022). Service l'arbo à Paris. <https://www.paris.fr/pages/l-arbre-a-paris-199> (consultado em 27 de janeiro de 2022).

Wageningen University & Research (2021). Root System Drawings [image collection]. <https://images.wur.nl/digital/collection/coll13> (consultado em 2 de fevereiro de 2022).

8. Anexos

8.1. Espécies e cultivares existentes inadequadas para arruamentos

Tabela 8.1 – Lista de espécies e cultivares, existentes nas ruas do Porto, consideradas como inadequadas para árvore de arruamento (ver subcapítulo 3.1).

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	CRITÉRIOS		
		Caráter invasor	Altura expectável inferior a 10m (após 20-30 anos)	Inconveniente para o espaço público (fruto, flor, etc.)
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa	•	•	
<i>Acacia longifolia</i>	Acácia-de-espigas	•	•	
<i>Acer negundo</i>	Bordo-negundo	•		
<i>Acer negundo</i> 'Variegatum'	Bordo-negundo	•		
<i>Acer palmatum</i>	Ácer-do-Japão		•	
<i>Albizia julibrissin</i>	Albícia	•	•	
<i>Arbutus unedo</i>	Medronheiro		•	
<i>Buxus sempervirens</i>	Buxo		•	
<i>Callistemon viminalis</i>	Limpa-garrafas		•	
<i>Camellia japonica</i>	Camélia		•	•
<i>Camellia reticulata</i>	Camélia		•	•
<i>Castanea sativa</i>	Castanheiro			•
<i>Citrus aurantium</i>	Laranjeira-azedada			•
<i>Citrus limon</i>	Limoeiro		•	•
<i>Citrus reticulada</i> 'Blanco'	Tangerineira		•	•
<i>Citrus x sinensis</i>	Laranjeira-doce		•	•
<i>Cordyline australis</i>	Fiteira		•	
<i>Cornus florida</i>	s/inf.		•	
<i>Corylus avellana</i>	Aveleira		•	
<i>Crataegus monogyna</i>	Pilriteiro		•	
<i>Diospyros kaki</i>	Diospireiro			•
<i>Dracaena draco</i>	Dragoeiro		•	
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Árvore-do-paraíso		•	
<i>Eriobotrya japonica</i>	Nespereira		•	•
<i>Erythrina crista-galli</i>	Bico-de-papagaio		•	
<i>Euonymus japonicus</i> 'Aureomarginatus'	Evónimo-do-Japão		•	
<i>Ficus carica</i>	Figueira		•	•
<i>Ficus elastica</i>	Árvore-da-borracha			•
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Espinheiro-da-Virgínia	•		•
<i>Gleditsia triacanthos</i> 'Sunburst'	Espinheiro-da-Virgínia	•		•
<i>Hibiscus syriacus</i>	Hibisco		•	
<i>Hibiscus syriacus</i> 'Minerva'	Hibisco		•	
<i>Juglans nigra</i>	Nogueira-negra			•
<i>Juniperus communis</i>	Zimbro-anão		•	
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Zimbro		•	
<i>Lagerstroemia indica</i>	Extremosa		•	
<i>Ligustrum japonicum</i>	Alfenheiro	•	•	
<i>Ligustrum japonicum</i> 'Variegatum'	Alfenheiro	•	•	

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	CRITÉRIOS		
		Caráter invasor	Altura expectável inferior a 10m (após 20-30 anos)	Inconveniente para o espaço público (fruto, flor, etc.)
<i>Ligustrum lucidum</i>	Alfenheiro	•	•	
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	Alfenheiro	•	•	
<i>Ligustrum vulgare</i>	Alfenheiro		•	
<i>Magnolia figo</i>	Arbusto-banana		•	
<i>Magnolia stellata</i>	Magnólia-estrela		•	•
<i>Magnolia virginiana</i>	Magnólia		•	•
<i>Magnolia x soulangeana</i>	Magnólia-chinesa		•	•
<i>Malus domestica</i>	Macieira			•
<i>Melaleuca armillaris</i>	Escovilhão		•	•
<i>Morus alba</i>	Amoreira-branca			•
<i>Morus alba 'Pendula'</i>	Amoreira-branca		•	•
<i>Morus kagayamae</i>	s/inf.		•	•
<i>Morus nigra</i>	Amoreira-preta			•
<i>Nerium oleander</i>	Loendro		•	
<i>Photinia glabra</i>	Fotínia		•	
<i>Photinia serrulata</i>	Fotínia		•	
<i>Pittosporum crassifolium</i>	Pitóspero		•	
<i>Pittosporum tobira</i>	Pitóspero		•	
<i>Pittosporum undulatum</i>	Falsa-árvore-do-incenso	•		
<i>Prunus cerasifera</i>	Ameixoeira-de-jardim		•	•
<i>Prunus cerasifera var. atropurpureum</i>	Ameixoeira-de-jardim		•	•
<i>Prunus domestica</i>	Ameixoeira		•	•
<i>Prunus dulcis</i>	Amendoeira		•	
<i>Prunus laurocerasus</i>	Loureiro-real		•	
<i>Prunus lusitanica</i>	Azereiro		•	
<i>Punica granatum</i>	Romãzeira		•	•
<i>Pyrus communis</i>	Pereira-brava			•
<i>Rhaphiolepis umbellata</i>	s/inf.		•	
<i>Rhapis excelsa</i>	Palmeira-da-China		•	
<i>Rhododendron ponticum</i>	Rododendro		•	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Falsa-acácia	•		
<i>Salix caprea</i>	s/inf.		•	
<i>Sophora japonica 'Pendula'</i>	Acácia-do-Japão		•	
<i>Tamarix canariensis</i>	Tamargueira		•	
<i>Tamarix gallica</i>	Tamarisco		•	
<i>Tamarix parviflora</i>	Cedro-do-sal		•	
<i>Taxus baccata</i>	Teixo		•	
<i>Viburnum tinus</i>	Folhado		•	
<i>Yucca sp.</i>	n/a.		•	

8.2. Estudo das oportunidades de arborização de acordo com o espaço disponível nas ruas

Tabela 8.2 – Estudo simplificado de diversas possibilidades de combinação de diferentes árvores e em diferentes posicionamentos, e a largura mínima da rua que permite acolher cada combinação (em todos os cálculos foi garantido a dimensão mínima dos corredores para os fluxos essenciais, o afastamento entre a copa e o limite da rua, e uma sobreposição entre copas sempre inferior a 1/3 do raio da copa; foram apenas considerados alinhamentos emparelhados).

TIPO DE ALINHAMENTO	Árvores em alinhamentos laterais				Árvores em alinhamentos centrais		LARGURA MÍNIMA DA RUA (m)
	Lado 1		Lado 2		N.º de fileiras	LARGURA DA COPA	
	N.º de fileiras	LARGURA DA COPA	N.º de fileiras	LARGURA DA COPA			
Unilateral	1	Estreita	-	-	-	-	9,9
Unilateral	1	Média-estreita	-	-	-	-	11,0
Unilateral	1	Média-larga	-	-	-	-	12,0
Unilateral duplo	2	Estreita	-	-	-	-	13,2
Central	-	-	-	-	1	Estreita	13,5
Bilateral	1	Estreita	1	Estreita	-	-	13,8
Central	-	-	-	-	1	Média-estreita	14,0
Central	-	-	-	-	1	Média-larga	14,0
Central	-	-	-	-	1	Larga	15,0
Unilateral duplo	2	Média-estreita	-	-	-	-	16,0
Bilateral	1	Média-estreita	1	Média-estreita	-	-	16,0
Central duplo	-	-	-	-	2	Estreita	16,8
Bilateral (assimétrico)	2	Estreita	1	Estreita	-	-	17,1
Bilateral	1	Média-larga	1	Média-larga	-	-	18,0
Central	-	-	-	-	1	Muito larga	18,0
Unilateral	1	Larga	-	-	-	-	18,0
Unilateral duplo	2	Média-larga	-	-	-	-	18,7
Central duplo	-	-	-	-	2	Média-estreita	19,0
Bilateral duplo	2	Estreita	2	Estreita	-	-	20,4
Central duplo	-	-	-	-	2	Média-larga	20,7
Bilateral (assimétrico)	2	Média-estreita	1	Média-estreita	-	-	21,0
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	1	Estreita	21,3
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	1	Média-estreita	21,8
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	1	Média-larga	21,8
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	1	Larga	22,8
Unilateral	1	Muito larga	-	-	-	-	23,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	1	Média-estreita	24,0
Bilateral	1	Larga	1	Larga	-	-	24,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	1	Média-larga	24,0
Múltiplo	2	Estreita	1	Estreita	1	Estreita	24,6
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	2	Estreita	24,6
Bilateral (assimétrico)	2	Média-larga	1	Média-larga	-	-	24,7
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	1	Muito larga	24,9
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	1	Larga	25,0
Central duplo	-	-	-	-	2	Larga	25,0
Bilateral duplo	2	Média-estreita	2	Média-estreita	-	-	26,0
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	1	Média-larga	26,0
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	2	Média-estreita	26,8

Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	1	Larga	27,4
Múltiplo	2	Estreita	2	Estreita	1	Estreita	27,9
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	3	Estreita	27,9
Unilateral duplo	2	Larga	-	-	-	-	28,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	1	Muito larga	28,0
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	2	Média-larga	28,5
Múltiplo	2	Média-estreita	1	Média-estreita	1	Média-estreita	29,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	2	Média-estreita	29,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	2	Média-larga	30,7
Bilateral	1	Muito larga	1	Muito larga	-	-	31,3
Central duplo	-	-	-	-	2	Muito larga	31,3
Bilateral duplo	2	Média-larga	2	Média-larga	-	-	31,4
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	1	Muito larga	31,4
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	3	Média-estreita	31,8
Múltiplo	2	Média-larga	1	Média-larga	1	Média-larga	32,7
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	2	Média-larga	32,7
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	2	Larga	32,8
Múltiplo	2	Média-estreita	1	Média-estreita	2	Média-estreita	34,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	3	Média-estreita	34,0
Múltiplo	1	Larga	1	Larga	1	Larga	34,0
Bilateral (assimétrico)	2	Larga	1	Larga	-	-	34,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	2	Larga	35,0
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	3	Média-larga	35,2
Unilateral duplo	2	Muito larga	-	-	-	-	36,3
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	2	Larga	37,4
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	2	Muito larga	38,2
Múltiplo	2	Média-larga	2	Média-larga	1	Média-larga	39,4
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	3	Média-larga	39,4
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	2	Muito larga	41,3
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	3	Larga	42,8
Múltiplo	2	Larga	1	Larga	1	Larga	44,0
Múltiplo	1	Larga	1	Larga	2	Larga	44,0
Bilateral duplo	2	Larga	2	Larga	-	-	44,0
Múltiplo	1	Muito larga	1	Muito larga	1	Muito larga	44,6
Bilateral (assimétrico)	2	Muito larga	1	Muito larga	-	-	44,6
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	2	Muito larga	44,7
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	3	Larga	45,0
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	3	Larga	47,4
Múltiplo	1	Larga	1	Larga	3	Larga	54,0
Múltiplo	2	Larga	2	Larga	1	Larga	54,0
Múltiplo	1	Média-estreita	1	Média-estreita	3	Muito larga	54,6
Múltiplo	1	Estreita	1	Estreita	3	Muito larga	57,2
Múltiplo	2	Muito larga	1	Muito larga	1	Muito larga	57,9
Múltiplo	1	Muito larga	1	Muito larga	2	Muito larga	57,9
Bilateral duplo	2	Muito larga	2	Muito larga	-	-	57,9
Múltiplo	1	Média-larga	1	Média-larga	3	Muito larga	58,0
Múltiplo	1	Muito larga	1	Muito larga	3	Muito larga	71,2
Múltiplo	2	Muito larga	2	Muito larga	1	Muito larga	71,2