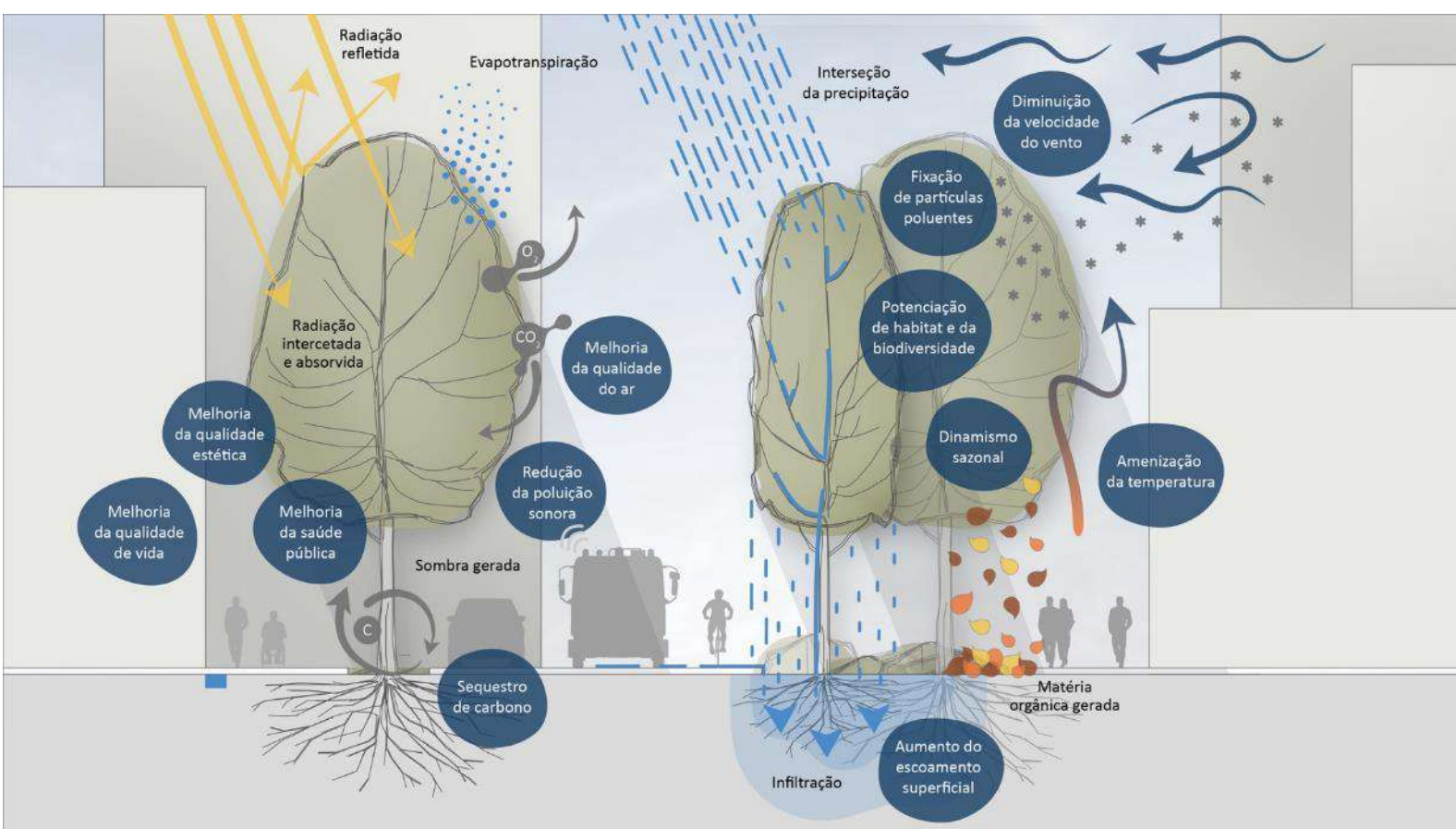


PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO

Protótipos de intervenção - ruas, espaços e espécies

Fevereiro 2023



FICHA TÉCNICA

Equipa Arquitetura Paisagista

Paulo Farinha Marques (coordenação)

Filipa Guilherme

Cláudia Fernandes

José Miguel Lameiras

Manuel Gentil Rebelo

Rita Araújo

David Campos

Rosendo Silva

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

Maria Pacheco



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



FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FLUP)

Fevereiro, 2023

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

Índice

1. Introdução	1
2. Princípios orientadores e metodologia para a intervenção	5
3. Contexto bioclimático das ruas-protótipo	10
3.1. Introdução.....	10
3.2. Avaliação do contexto bioclimático no <i>canopy layer</i> das 10 ruas-protótipo.....	12
3.3. Validação do contexto bioclimático das 10 ruas-protótipo a partir de medições itinerantes	29
3.4. Análise individual dos potenciais benefícios bioclimáticos da arborização em cada uma das 10 ruas-protótipo.....	33
4. Proposta de intervenção para a Rua do Heroísmo	43
4.1. Análise da situação existente	43
4.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	44
4.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua do Heroísmo	45
5. Proposta de intervenção para a Rua de Camões	53
5.1. Análise da situação existente	53
5.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	54
5.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Camões	55
6. Proposta de intervenção para a Rua do Duque de Saldanha	67
6.1. Análise da situação existente	67
6.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	68
6.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua do Duque de Saldanha	69
7. Proposta de intervenção para a Rua da Constituição	81
7.1. Análise da situação existente	81
7.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	82
7.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua da Constituição	83

8. Proposta de intervenção para a Rua de Serpa Pinto	91
8.1. Análise da situação existente.....	91
8.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	92
8.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Serpa Pinto	93
9. Proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro	105
9.1. Análise da situação existente.....	105
9.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	106
9.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Cinco de Outubro	107
10. Proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas	115
10.1. Análise da situação existente.....	115
10.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	116
10.3. Projeto de arborização do espaço público da Avenida de Rodrigues de Freitas	117
11. Proposta de intervenção para a Rua de Pinto Bessa	132
11.1. Análise da situação existente.....	132
11.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	133
11.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Pinto Bessa	134
12. Proposta de intervenção para a Rua de Gondarém.....	149
12.1. Análise da situação existente.....	149
12.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	150
12.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Gondarém.....	150
13. Proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis.....	167
13.1. Análise da situação existente.....	167
13.2. Definição do programa e seleção do modelo.....	168
13.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Damião de Góis	169
14. Conclusão e considerações finais	178
15. Referências	185

16. Anexos	187
16.1. Exemplos de árvores de arruamento estruturantes de acordo com a largura de copa	187
16.2. Exemplos de árvores de pontuação, enquadramento e remate de acordo com a largura de copa	189
Índice de figuras	iii
Índice de tabelas	ixi

Índice de figuras

Figura 1.1 – Localização dos troços de rua selecionados para protótipos de intervenção.	3
Figura 2.1 – Representação esquemática da metodologia de intervenção.	8
Figura 3.1 - Potencial contributo da arborização das ruas-protótipo para o conforto outdoor.	11
Figura 3.2 - Esquema síntese dos princípios orientadores, opções metodológicas e organização do trabalho.	11
Figura 3.3 - <i>Sky View Factor</i> nas ruas-protótipo.	17
Figura 3.4 - Radiação solar no Solstício de Verão nas ruas-protótipo.	18
Figura 3.5 - Radiação solar no Solstício de Inverno nas ruas-protótipo.....	19
Figura 3.6 - Radiação solar nos Equinócios de Primavera e Outono nas ruas-protótipo.	20
Figura 3.7 - Número de horas de sol no Solstício de Verão nas ruas-protótipo.....	21
Figura 3.8 - Número de horas de sol no Solstício de Inverno nas ruas-protótipo.	22
Figura 3.9 - Número de horas de sol nos Equinócios de Primavera e Outono nas ruas-protótipo.	23
Figura 3.10 - Anomalias térmicas muito prováveis no Verão nas ruas-protótipo. Adaptado de CMP (2018).	24
Figura 3.11 - Anomalias térmicas muito prováveis no Inverno nas ruas-protótipo. Adaptado de CMP(2018) ²	25
Figura 3.12 - Potencial de ventilação no Verão nas ruas-protótipo.	26
Figura 3.13 - Potencial de ventilação no Inverno nas ruas-protótipo.....	27
Figura 3.14 - Benefícios potenciais da arborização nas 10 ruas-protótipo.....	28
Figura 3.15 – Resultados das medições itinerantes de temperatura nas 10 ruas-protótipo.	30
Figura 3.16 - Desvios médios da temperatura registada nas medições itinerantes ¹	30
Figura 3.17 – Medições de temperatura itinerantes ao longo das 10 ruas-protótipo.	31
Figura 3.18 - Desvio da média de temperatura registada nas medições itinerantes de temperatura.	32

Figura 4.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua do Heroísmo.....	43
Figura 4.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua do Heroísmo: a) planta, b) corte, e c) visualizações.....	45
Figura 4.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).	48
Figura 4.4 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes)....	48
Figura 4.5 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).	49
Figura 4.6 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes).....	49
Figura 4.7 - Ilustração comparativa para a Rua do Heroísmo: a) situação existente (fonte: Google, data: 03/2022); b) proposta de intervenção (b).....	50
Figura 5.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Camões.....	53
Figura 5.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Camões: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações.	55
Figura 5.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).....	58
Figura 5.4 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).	58
Figura 5.5 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).....	59
Figura 5.6 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).59	
Figura 5.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).....	62
Figura 5.8 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa	

média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização. 62

Figura 5.9 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização. 63

Figura 5.10 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal). 63

Figura 5.11 - Ilustração comparativa para a Rua de Camões: a) situação existente (fonte: Google, data: 03/2022); b) da proposta de intervenção. 64

Figura 6.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua do Duque de Saldanha. 67

Figura 6.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua do Duque de Saldanha: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações. 69

Figura 6.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal). 72

Figura 6.4 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga existentes e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); e espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal). 72

Figura 6.5 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização. 73

Figura 6.6 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal). 73

Figura 6.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal). 76

Figura 6.8 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal). 76

Figura 6.9 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeira; espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização. 77

Figura 6.10 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).....	77
Figura 6.11 - Ilustração comparativa para a Rua do Duque de Saldanha: a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2022); b) proposta de intervenção (versão final).....	78
Figura 7.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua da Constituição.	81
Figura 7.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua da Constituição: a) planta, b) corte, e c) visualizações.	83
Figura 7.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).....	86
Figura 7.4 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente).....	86
Figura 7.5 - Vista a partir do espaço de arborização do lado sul da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).....	87
Figura 7.6 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente).....	87
Figura 7.7 - Ilustração comparativa para a Rua da Constituição: a) situação existente (fonte: Google, data: 08/2021); b) proposta de intervenção.	88
Figura 8.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Serpa Pinto.	91
Figura 8.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Serpa Pinto: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações.....	93
Figura 8.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).....	96
Figura 8.4 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).	96
Figura 8.5 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).	97

Figura 8.6 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).	97
Figura 8.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita pontuados com árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).	100
Figura 8.8 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com composição de árvores de copa média-estreita e árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.	100
Figura 8.9 - Vista do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeiras; espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.	101
Figura 8.10 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeiras e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.	101
Figura 8.11 - Ilustração comparativa para a Rua de Serpa Pinto: a) situação existente (fonte: Google, data: 06/2014); b) proposta de intervenção (versão 1).	102
Figura 9.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Cinco de Outubro.	105
Figura 9.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro: a) planta, b) corte, e c) visualizações.	107
Figura 9.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal). ..	110
Figura 9.4 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste).	110
Figura 9.5 - Vista do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste).	111
Figura 9.6 - Vista a partir do espaço da arborização do lado poente da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).	111
Figura 9.7 - Ilustração comparativa para a Rua de Cinco de Outubro: a) situação existente (fonte: Google, data: 04/2022); b) proposta de intervenção.	112

Figura 10.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Avenida de Rodrigues de Freitas.	115
Figura 10.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas: a) planta, b) corte e c) visualizações.	117
Figura 10.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço pedonal com pavimento rugoso.....	120
Figura 10.4 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com pavimento rugoso e zona de estadia/de sentar; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua.	120
Figura 10.5 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com pavimento rugoso e zona de estadia/de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua....	121
Figura 10.6 - Vista a partir do espaço da arborização ao centro da rua: espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço pedonal com pavimento rugoso.	121
Figura 10.7 - Ilustração comparativa para a Avenida de Rodrigues de Freitas: a) situação existente (fonte: Google, data: 03/2022); b) proposta de intervenção (versão 1).	122
Figura 10.8 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).....	127
Figura 10.9 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).....	127
Figura 10.10 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).....	128
Figura 10.11 - Vista a partir do espaço da arborização do lado sul da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).....	128
Figura 10.12 - Ilustração comparativa para a Avenida de Rodrigues de Freitas: a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2020); b) proposta de intervenção (versão 2).	129
Figura 11.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Pinto Bessa.	132
Figura 11.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Pinto Bessa: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações.....	134
Figura 11.3 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, pontuados nos cruzamentos com árvores colunares, perenifólias, em faixa contínua; espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização.	137

Figura 11.4 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, em faixa contínua.	137
Figura 11.5 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, em faixa contínua.	138
Figura 11.6 - Vista a partir da ciclovia do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, em faixa contínua; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).	138
Figura 11.7 - Ilustração comparativa para a Rua de Pinto Bessa: a) situação existente (fonte: Google, data: 02/2022); b) proposta de intervenção (versão 1).	139
Figura 11.8 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).	144
Figura 11.9 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira; e espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).	144
Figura 11.10 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga, em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.	145
Figura 11.11 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.	145
Figura 11.12 - Ilustração comparativa para a Rua de Pinto Bessa: a) situação existente (fonte: Google, data: 02/2022); b) proposta de intervenção (versão 2).	146
Figura 12.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Gondarém.	149
Figura 12.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Gondarém: a) plantas, b) cortes e c) visualizações.	151
Figura 12.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (<i>Platanus x acerifolia</i>), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).	154
Figura 12.4 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (<i>Platanus x acerifolia</i>), em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e	

herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização..... 154

Figura 12.5 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal). 155

Figura 12.6 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal). 155

Figura 12.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal). 158

Figura 12.8 - Vista a partir do espaço de arborização do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal). 158

Figura 12.9 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal). 159

Figura 12.10 - Vista a partir da zona de estacionamento do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal). 159

Figura 12.11 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*) em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização. 162

Figura 12.12 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*) em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização. 162

Figura 12.13 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*) em caldeira; espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização. 163

Figura 12.14 - Vista a partir do espaço viário: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal). 163

Figura 12.15 - Ilustração comparativa para a Rua de Gondarém: a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2022); b) proposta de intervenção (versão final)	164
Figura 13.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Damião de Góis	167
Figura 13.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis: a) planta, b) corte e c) visualizações	169
Figura 13.3 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua (secção ocidental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira, alinhamento central-duplo de árvores de copa muito larga e árvores de copa larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito geral, uma via de transportes coletivos e uma ciclovia (sentido poente-nascente).....	172
Figura 13.4 - Vista a partir do lado norte da rua, no jardim linear (secção ocidental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga e alinhamento central-duplo de árvores de copa muito larga e árvores de copa larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito geral, uma via de transportes coletivos e uma ciclovia (sentido poente-nascente).....	172
Figura 13.5 - Vista a partir do lado norte da rua, no jardim linear para a rua do Monte Pedral (secção ocidental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa média-larga e árvores de pontuação de copa muito larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul).....	173
Figura 13.6 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua (secção oriental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga e alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito geral (dois sentidos), uma via de transportes coletivos (sentido poente-nascente) e uma ciclovia (sentido poente-nascente).....	173
Figura 13.7 - Ilustração comparativa para a Rua de Damião de Góis; a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2022); b) proposta de intervenção.....	174

Índice de tabelas

Tabela 1.1 – Síntese de alguns critérios de seleção dos protótipos de intervenção.....	4
Tabela 2.1 - Objetivos gerais do Programa de todas as ruas-protótipo.....	8
Tabela 4.1 – Sumário da situação existente da Rua do Heroísmo.....	43
Tabela 4.2 – Programa para a intervenção na Rua do Heroísmo.....	44
Tabela 4.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua do Heroísmo.....	50
Tabela 5.1 - Sumário da situação existente da Rua de Camões.....	53
Tabela 5.2 – Programa de intervenção para a Rua de Camões.....	54
Tabela 5.3 – Descrição simplificada das propostas de intervenção para a Rua de Camões.....	64
Tabela 6.1 – Sumário da situação existente da Rua do Duque de Saldanha.....	67
Tabela 6.2 – Programa para a intervenção na Rua do Duque de Saldanha.....	68

Tabela 7.1 – Sumário da situação existente da Rua da Constituição.....	81
Tabela 7.2 – Programa para a intervenção na Rua da Constituição.	82
Tabela 7.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua da Constituição.	88
Tabela 8.1 – Sumário da situação existente da Rua de Serpa Pinto.	91
Tabela 8.2 – Programa para a intervenção na Rua de Serpa Pinto.....	92
Tabela 8.3 - Descrição simplificada das propostas de intervenção para a Rua de Serpa Pinto.....	102
Tabela 9.1 – Sumário da situação existente da Rua de Cinco de Outubro.	105
Tabela 9.2 – Programa para a intervenção na Rua de Cinco de Outubro.....	106
Tabela 9.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro.....	112
Tabela 10.1 – Sumário da situação existente da Avenida de Rodrigues de Freitas.....	115
Tabela 10.2 – Programa para a intervenção na Avenida de Rodrigues de Freitas.	116
Tabela 10.3 - Descrição simplificada da versão 1 da proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas.	122
Tabela 10.4 - Descrição simplificada da versão 2 da proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas.	129
Tabela 11.1 – Sumário da situação existente da Rua de Pinto Bessa.	132
Tabela 11.2 – Programa para a intervenção na Rua de Pinto Bessa.....	133
Tabela 11.3 – Descrição simplificada da versão 2 da proposta de intervenção para a Rua de Pinto Bessa.	146
Tabela 12.1 – Sumário da situação existente da Rua de Gondarém.	149
Tabela 12.2 – Programa para a intervenção na Rua de Gondarém.....	150
Tabela 12.3 – Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua de Gondarém.	164
Tabela 13.1 – Sumário da situação existente da Rua de Damião de Góis.	167
Tabela 13.2 – Programa para a intervenção na Rua de Damião de Góis.....	168
Tabela 13.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis.....	174
Tabela 14.1 – Sumário das propostas de intervenção, no que concerne ao número de árvores, área de coberto arbóreo e área permeável.	179

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 desenvolveu-se em três fases:

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

O presente relatório constitui o resultado da terceira fase do Plano de Arborização e demonstra a aplicação dos princípios e modelos de arborização, plasmados nos relatórios anteriores, em casos concretos da cidade do Porto. Este trabalho culmina na produção de propostas de arborização para classes de ruas arborizáveis, em que se pretende:

1. Demonstrar a aplicabilidade e flexibilidade dos modelos de arborização;
2. Explicar a seleção do modelo mais adequado para cada um dos diferentes casos;
3. Demonstrar como os modelos se aplicam à especificidade das ruas em projeto, articulando e explorando oportunidades e constrangimentos existentes na realidade;

De entre todas as ruas arborizáveis previamente identificadas (Relatório 1, “Caracterização e diagnóstico da situação existente”, e Relatório 2, “Plano”), foram selecionados 10 casos de estudo, aqui denominados como **protótipos de intervenção** ou **ruas-protótipo**.

A escolha das ruas-protótipo incidiu particularmente em ruas relevantes ao nível da dinâmica da cidade, que são **importantes eixos viários** (eixos urbanos estruturantes e complementares, no PDM; CMP, 2021), que se localizam em **zonas densamente construídas e edificadas** (áreas de frente urbana contínua de tipo I ou tipo II, no PDM; CMP, 2021) em que se denota alguma irregularidade ou baixa congruência urbanística/arquitetónica, e com **poucos espaços verdes de acesso público** (PDM; CMP, 2021), que ocorrem especialmente na zona mais central da cidade (por exemplo, zona da Constituição ou do Bonfim).

A arborização de arruamento pode ajudar a organizar, regularizar e amenizar os espaços-canal das ruas, beneficiando assim os locais mais frequentemente percorridos da cidade, como são os eixos estruturantes. Do mesmo modo, a presença de árvores em zonas de malha urbana densa, intrincada e heterogénea estimula a sua vivência, qualidade estética e desempenho ecológico, tendo uma forte contribuição para a saúde e bem-estar dos cidadãos.

É também nestas zonas densamente construídas onde é mais evidente a escassez de espaços verdes e onde as ruas se tornam mais relevantes para a introdução de arborização em espaço público. Neste contexto, verifica-se que os benefícios providenciados pelas árvores (e outros tipos de vegetação) dependem da acessibilidade dos espaços verdes e da sua proximidade à maior concentração de pessoas, sendo por isso importante haver uma distribuição equilibrada de

espaços verdes, como as ruas arborizadas, ao longo de toda a cidade (Schindler et al., 2022). Vários autores salientam a importância dos espaços verdes de proximidade em ambiente urbano e recomendam a sua ocorrência a menos de 300m de distância das residências, o que equivale a um percurso de 5 a 15 minutos para os cidadãos mais vulneráveis, como pessoas de mobilidade reduzida, crianças ou idosos (Ambiente Italia Research Institute, 2003; Natural England, 2010; WHO, 2016).

O processo de seleção dos protótipos reflete, em primeiro lugar, sobre a diversidade de classes de **largura de rua**, sendo que todas as classes de ruas arborizáveis estão representadas: **ruas estreitas, ruas médias, ruas largas e ruas muito largas**. Foi aplicada uma ponderação entre a representatividade dos tipos de ruas do Porto e a variedade dos modelos de arborização. Isto significa que apenas foi selecionada uma rua estreita, pois, embora seja a classe de largura de rua mais abundante na cidade, é a classe que apresenta menores oportunidades de arborização devido aos constrangimentos de espaço. Também, apenas se abordou uma rua muito larga, uma vez que são bastante raras no universo de ruas do Porto, ainda que sejam as ruas com mais possibilidades de arborização. A atenção prioritária incidiu sobre ruas médias e largas ainda relevantes no contexto das ruas arborizáveis e com diversas oportunidades de arborização (foram selecionadas quatro ruas médias e quatro ruas largas).

A seleção dos protótipos incidiu maioritariamente sobre ruas com maior **prioridade de intervenção na arborização** (definido no Relatório 2, “Plano”), tendo sido selecionadas ruas com nível de prioridade **muito alta, alta** ou **média**. Foram também escolhidas ruas com **arborização associada a desenho urbano de carácter histórico ou referencial** (definido no Relatório 2, “Plano”), pelos desafios adicionais e excecionais que a sua arborização enfrenta.

Pretendeu-se também realçar a diversidade de condições bioclimáticas, tendo sido escolhidas ruas com **orientação** variada, representativa da diversidade existente. Adicionalmente, foram privilegiadas para a seleção as ruas sobre as quais não foi possível determinar, numa fase anterior, o contributo da arborização para o **conforto térmico outdoor** (Relatório 1, “Caracterização e diagnóstico da situação existente”).

Em todos os passos desta seleção, foram tidos em conta diversos interesses e aspetos considerados prioritários pelo município, debatidos particularmente com o Departamento Municipal de Espaços Verdes e Gestão de Infraestruturas e com o Departamento Municipal de Planeamento Urbano.

O conjunto dos protótipos de intervenção é então constituído por troços dos seguintes arruamentos:

1. Rua do Heroísmo
2. Rua de Camões
3. Rua do Duque de Saldanha
4. Rua da Constituição
5. Rua de Serpa Pinto
6. Rua de Cinco de Outubro
7. Avenida de Rodrigues de Freitas

8. Rua de Pinto Bessa
9. Rua de Gondarém
10. Rua de Damião de Góis

A síntese dos critérios de seleção destes casos é apresentada na Tabela 1.1 e a sua localização na cidade pode ser consultada na Figura 1.1.

Muitas outras ruas podiam ser experimentadas, mas, para o intervalo de tempo disponível para a execução desta parte do trabalho, não foi possível alargar a amostragem. Considera-se, no entanto, representativa a amostra selecionada por incluírem casos onde o problema da arborização é premente resolver, quer pela sua ausência, quer pela revisão das existentes.

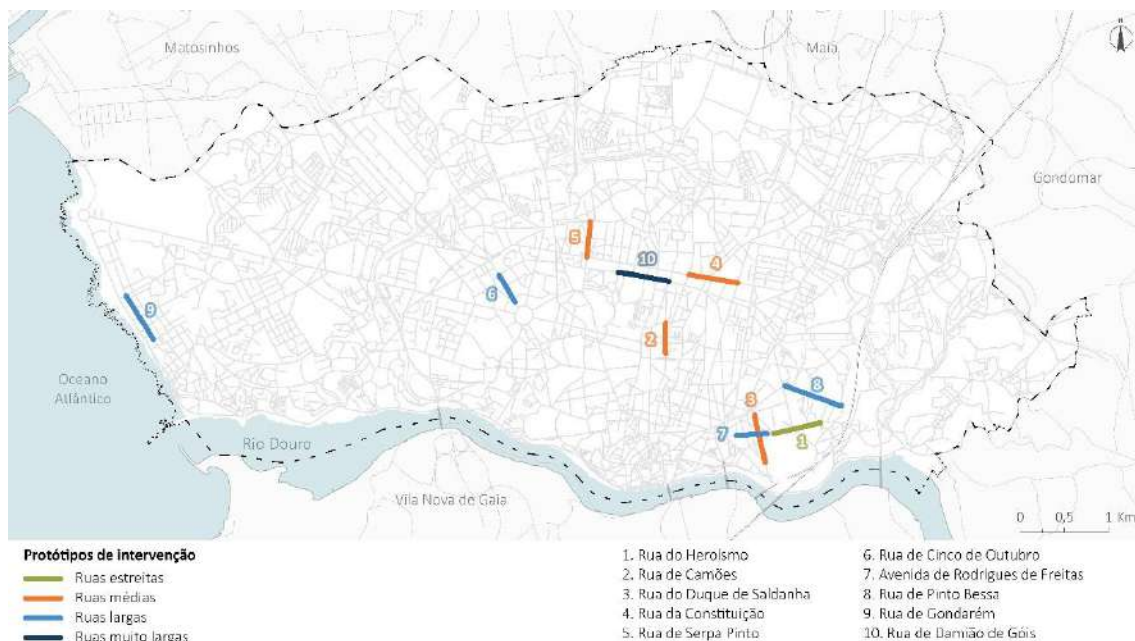


Figura 1.1 – Localização dos troços de rua selecionados para protótipos de intervenção.

Tabela 1.1 – Síntese de alguns critérios de seleção dos protótipos de intervenção.

PROTÓTIPOS	CRITÉRIOS							
	Classe de largura de rua	Classificação na rede prioritária de arborização	Estado atual de arborização	Classificação da estrutura viária (PDM, 2021)	Qualificação do solo predominante da envolvente imediata (PDM, 2021)	Proporção de espaços verdes na envolvente (<i>buffer</i> 300m) ¹	Orientação	Efeito da arborização para o conforto térmico <i>outdoor</i>
Rua do Heroísmo	Rua estreita	Prioridade alta	Troço de rua não arborizado	Eixo urbano estruturante	Frente urbana contínua do tipo I	1,9%	Este-Oeste	Indeterminado
Rua de Camões	Rua média	Prioridade muito alta	Troço de rua não arborizado	Eixo urbano complementar	Frente urbana contínua do tipo II	3,4%	Norte-Sul	Indeterminado
Rua do Duque de Saldanha	Rua média	Arborização associada a desenho de carácter histórico-referencial	Arborização desadequada (localização/posicionamento da árvore na rua)	Eixo urbano estruturante + Rua de provimento local	Frente urbana contínua do tipo I	1,4%	Norte-Sul	Indeterminado
Rua da Constituição	Rua média	Prioridade muito alta	Troço de rua não arborizado	Eixo urbano estruturante	Frente urbana contínua do tipo II	1,2%	Este-Oeste	Positivo
Rua de Serpa Pinto	Rua média	Prioridade muito alta	Troço de rua não arborizado	Eixo urbano complementar	Frente urbana contínua do tipo II	0,0%	Norte-Sul	Indeterminado
Rua de Cinco de Outubro	Rua larga	Prioridade média	Arborização desadequada (espécie “invasora” e perenifólia)	Eixo urbano estruturante	Frente urbana contínua do tipo II	6,2%	Noroeste-Sudeste	Indeterminado
Avenida de Rodrigues de Freitas	Rua larga	Arborização associada a desenho de carácter histórico-referencial	Arborização desadequada (localização/posicionamento da árvore na rua)	Eixo urbano estruturante	Frente urbana contínua do tipo I	2,0%	Este-Oeste	Indeterminado
Rua de Pinto Bessa	Rua larga	Prioridade muito alta	Troço de rua não arborizado	Eixo urbano estruturante + Eixo urbano complementar	Frente urbana contínua do tipo II	0,4%	Noroeste-Sudeste	Indeterminado
Rua de Gondarém	Rua larga	Arborização associada a desenho de carácter histórico-referencial	Arborização desadequada (localização/posicionamento da árvore na rua)	Rua de provimento local	Frente urbana contínua do tipo II	4,5%	Noroeste-Sudeste	Indeterminado
Rua de Damião de Góis	Rua muito larga	Prioridade muito alta (troço não arborizado) + prioridade muito baixa (troço arborizado)	Parte do troço não é arborizado, restante está arborizado com espécies adequadas	Eixo urbano estruturante	Frente urbana contínua do tipo II	0,0%	Este-Oeste	Indeterminado

¹ Considera-se que uma distância linear de 300m equivale, aproximadamente, a um percurso de 5 a 15 minutos a pé para idosos ou crianças (Natural England, 2010; WHO, 2016). Para efeitos de comparação, a proporção média de espaços verdes de acesso público na cidade é 5,93%.

2. Princípios orientadores e metodologia para a intervenção

Uma **rua** constitui um **espaço-canal multifuncional**, apresentando múltiplas exigências ao nível dos fluxos de pessoas e veículos, especialmente em termos do espaço disponível para acomodar corredores de circulação de diferentes naturezas e das condições de segurança e conforto que deve oferecer aos seus utilizadores. Deste modo, o desenho e intervenção neste tipo de espaço público deve garantir uma articulação eficiente entre os espaços e elementos associados às diferentes funções, minimizando também os possíveis conflitos. Tendo isto em consideração, torna-se óbvio que o principal fator limitante a essa boa articulação é a largura da rua, que irá influenciar o espaço disponível para cada função.

Em primeiro lugar, devem ser garantidos os **fluxos essenciais**, que incluem a **circulação pedonal** e a **circulação de veículos de emergência e resgate**. Para isto, devem ser incluídos, pelo menos, dois corredores para a circulação pedonal junto aos limites laterais da rua (um de cada lado), que permitam simultaneamente o percurso longitudinal e o acesso direto aos edifícios e propriedades confinantes; estes corredores devem ser acessíveis para pessoas com mobilidade reduzida e cumprir as dimensões regulamentadas (largura mínima de 2,40m; CMP, 2021). De igual modo, deve ser também mantido, pelo menos, um corredor para a passagem e operação de veículos de emergência de grandes dimensões, com um mínimo de 6m de largura e 4m de altura, e que não deve distar mais de 10m do edificado/limite da rua (Portaria n.º 135/2020).

A presença de árvores na rua é importante, devido aos inúmeros benefícios que providenciam aos territórios urbanos, também designados como serviços de ecossistema (Dwyer et al., 1992; Tyrväinen et al., 2005; Nowak & Dwyer, 2007; Roy et al., 2012):

- Diminuem o efeito de “ilha de calor” e aumentam o conforto bioclimático para os utilizadores da rua, devido à sombra que providenciam e vapor de água que libertam;
- Contribuem também para uma melhor climatização do edificado envolvente, especialmente ao providenciar sombra nos meses mais quentes, conduzindo assim a uma poupança de energia;
- Melhoram a qualidade do ar, ao emitir oxigénio, absorver gases poluentes e filtrar e fixar partículas em suspensão;
- Reduzem o escoamento superficial ao interceptarem a precipitação e facilitando a infiltração de água no solo, reduzindo assim a ocorrência de inundações;
- Funcionam como barreiras contra a poluição sonora, ao absorver e dispersar o som;
- Inibem a velocidade do tráfego automóvel e podem funcionar como proteção de acidentes entre veículos em sentidos inversos ou entre veículos e peões;
- Estimulam a utilização de modos suaves de deslocação e de transportes coletivos, ao melhorarem as condições ambientais e de segurança da rua, contribuindo positivamente para a redução da poluição e do sedentarismo;
- Promovem o comércio local e valorizam os bens imobiliários na proximidade;
- Oferecem uma experiência estética e sensorial rica, contrastando com a envolvente construída, contribuindo para a redução do *stress* e melhoria da saúde e bem-estar;

- Permitem a presença e diversificação de flora, fauna e habitats em contextos altamente artificializados, sendo que o aumento da biodiversidade, a várias escalas, potencia grande parte dos benefícios listados anteriormente.

Diversos estudos fizeram já a quantificação destes benefícios em termos monetários, revelando que são bastante mais elevados do que possíveis custos de manutenção ou de danos causados pelas árvores (Tyrväinen et al., 2005; Soares et al., 2011; Song et al., 2018). De qualquer modo, para que a relação entre custos e benefícios apresentada pela árvore de arruamento seja plenamente vantajosa, o Plano de Arborização advoga, desde o seu início, que a existência da árvore na rua atente ao espaço disponível para o desenvolvimento da sua componente aérea (copa) e componente subterrânea (raízes).

Para que as árvores possam marcar presença nas ruas e desempenhar de forma satisfatória os vários serviços de ecossistema, minimizando também os custos de manutenção, é necessário garantir espaço para que estas possam desejavelmente desenvolver-se em regime de crescimento livre num período de, pelo menos, 20-30 anos (o que corresponde a uma jovem maturidade na maioria das espécies), com o mínimo de intervenção ou manutenção possível. Ainda assim, mesmo que se preveja um mínimo de ações de manutenção é necessário proceder a regulares vistorias fitossanitárias e avaliações de risco da arborização. As árvores de arruamento, devido à proximidade a canais de circulação de peões e veículos, devem ser sujeitas a uma gestão cuidada e regular, de forma a detetar problemas fitossanitários e prevenir possíveis conflitos e/ ou danos (Pokorny, 1992; Ellison, 2007; Rosłon-Szeryńska, 2019).

Por este motivo, é especialmente importante a articulação entre a exigência de espaço para os fluxos essenciais e a exigência de espaço para o desenvolvimento da arborização, tendo em conta a dimensão largura da rua; isto significa que, sem exceção, a **arborização** só deve surgir em arruamentos quando a sua presença ou localização **não comprometa os fluxos essenciais** acima mencionados. Como já foi explicado nos relatórios anteriores (Relatório 1, “Caracterização e diagnóstico da situação existente”, e Relatório 2, “Plano”), as ruas muito estreitas (largura inferior a 10 metros) foram consideradas como **não arborizáveis**, por não permitirem a coexistência da árvore com os fluxos essenciais, sem gerarem uma elevada probabilidade de conflito.

Para as **ruas arborizáveis** (com largura superior a 10m), a sua arborização deve considerar uma articulação cuidada entre a largura da rua, a largura da árvore e o seu posicionamento. Após a garantia de espaço para os fluxos essenciais, recomenda-se a utilização da **maior árvore possível** para a dimensão da rua, de modo a maximizar os serviços do ecossistema. Para minimizar a probabilidade de conflitos com as fachadas do edificado ou com os limites das propriedades adjacentes, e conseqüentemente reduzir a necessidade de intervenções/podas, propõe-se um **afastamento estimado de 1m** (ou mais) entre a largura expectável da copa ao fim de 20-30 anos e o limite lateral da rua, de modo a garantir alguma margem de segurança tendo sempre em conta a incerteza associada ao crescimento de seres vivos como as árvores. Este afastamento é um valor mínimo, o qual poderá, desejavelmente, ser aumentado sempre que a largura da rua o permita. Este valor é um valor estimado que, dependendo da espécie, poderá exigir a médio-longo prazo alguma manutenção da parte aérea das árvores para garantir o seu eficiente cumprimento (poda). Do mesmo modo, recomenda-se que o **fuste** da árvore de arruamento seja

igual ou superior a 4m, para permitir a passagem de veículos de grandes dimensões sob a sua copa, com especial relevância para os veículos de resgate.

Para além de promover todos os serviços prestados pela árvore no ecossistema urbano, o Plano de Arborização ambiciona também potenciar a **permeabilidade** do espaço público nas ruas do Porto. A elevada taxa de impermeabilização da superfície do solo que se verifica na generalidade das ruas traz consequências ao nível da regulação dos ciclos hidrológicos, tais como o aumento da velocidade do escoamento superficial, redução da qualidade da água por acumulação de poluentes, aumento da erosão e redução da recarga dos aquíferos. Estas condições fazem com que as zonas urbanas se tornem especialmente propensas à ocorrência de inundações, devido à sobrecarga dos sistemas de drenagem tradicionais. A condução das águas pluviais para zonas mais permeáveis, especialmente associadas ao espaço da arborização, permitem, por um lado, mitigar alguns destes efeitos e, por outro, contribuem positivamente para melhores condições para o desenvolvimento da árvore no que diz respeito ao fornecimento de água ao solo.

Para além dos serviços de regulação (por exemplo, moderação do microclima e do ciclo hidrológico) e de suporte (como a produção de oxigénio e manutenção da biodiversidade), não devem ser descurados os serviços culturais que a árvore fornece em contexto urbano. A arborização contribui para o embelezamento e atratividade de qualquer zona urbana, e a interação dos humanos com as árvores traz positivos efeitos físicos, mentais, sociais e económicos (Roy et al., 2012; Andersson et al., 2015; Nesbitt et al., 2017). Assim, o Plano de Arborização ambiciona também que a reflexão, o desenho e a intervenção sobre as árvores de arruamento atinjam uma **boa composição urbanística e paisagística**, assegurando a sua congruência, funcionalidade, diversidade sensorial, depuração, simetria, continuidade e harmonia.

Os modelos de arborização apresentados no relatório da fase anterior (Relatório 2, “Plano”) refletem espacialmente todas estas orientações para ruas com diferentes larguras e diferentes configurações, articulando espaços de arborização, com espaços de circulação pedonal e espaços de circulação viária. Na generalidade dos modelos, a circulação do veículo de emergência é assegurada pelo espaço viário; apenas em alguns casos, prevê-se também a utilização de outros espaços como complemento para o corredor de emergência. O presente relatório (fase 3) pretende auxiliar a transição entre a abstração dos modelos de arborização e a concretização do projeto de arborização de uma rua, demonstrando também os passos metodológicos (Figura 2.1 – Representação esquemática da metodologia de intervenção.) que se vão traduzir nas diferentes soluções para os 10 protótipos de intervenção.

Os modelos de arborização ilustram diferentes soluções que otimizam a presença da árvore na rua e garantem o cumprimento dos diversos princípios orientadores apresentados acima. Em todos os modelos é sugerido o posicionamento dos espaços associados às diferentes funções (arborização, circulação pedonal e viária; Relatório 2, “Plano”), assim como uma gama de variação relativa ao seu dimensionamento, pois pretende-se que sejam completamente flexíveis, abrangentes e aplicáveis a todas as ruas da cidade. Para a criação de um projeto de arborização de arruamento, é necessário adequar a arborização às características particulares de cada rua, o que implica entrar em maior detalhe, definição e confronto com realidades e heterogeneidades não suportadas nos modelos (plano).

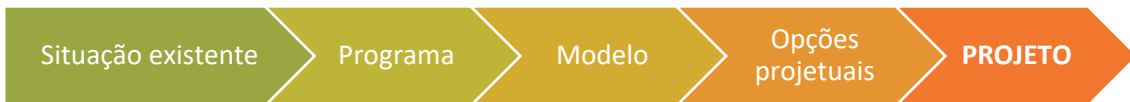


Figura 2.1 – Representação esquemática da metodologia de intervenção.

O primeiro passo desta metodologia (Figura 2.1 – Representação esquemática da metodologia de intervenção.) envolve a análise da **situação existente** e aferição das futuras necessidades e exigências de cada rua-protótipo. Para este passo, foram consultadas as bases de dados espacialmente restituídas, fornecidas pela CMP, nomeadamente no que diz respeito à planimetria, cadastro das infraestruturas subterrâneas de recolha e fornecimento de água e inventário do arvoredo existente. A partir destas bases foi feita uma verificação de todos os parâmetros que possam afetar o posicionamento e dimensionamento das três principais componentes da rua (espaço da arborização, espaço pedonal e espaço viário; Relatório 2, “Plano”), tais como a largura da rua, a espécie, dimensão e localização de árvores pré-existentes (no caso de ruas previamente arborizadas), entradas de garagem, fluxos viários, estacionamento, recuos ocasionais de fachadas, corpos balançados, contentores de resíduos, infraestruturas, etc. Neste procedimento pretende-se avaliar a adequação das condições existentes, face às exigências que a rua apresenta para as diversas funções e, em particular, para a introdução da arborização.

De seguida, é delineado o **programa** para a intervenção, em que são definidos os objetivos para a intervenção em cada rua-protótipo. Neste passo, é feita uma reflexão sobre os princípios orientadores do Plano de Arborização, que se traduzem em objetivos gerais transversais a todas as ruas (Tabela 2.1.1) e em objetivos específicos a cada caso. De uma forma geral, procura-se apresentar soluções de organização do espaço da rua que permitam maximizar a presença da árvore na rua e a permeabilidade, garantindo e otimizando os fluxos de circulação necessários em cada caso. Os objetivos específicos procuram articular os objetivos gerais traçados para todas as ruas-protótipo com as necessidades encontradas em cada rua.

Tabela 2.1 - Objetivos gerais do Programa de todas as ruas-protótipo.

PROGRAMA	
Objetivos gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir o corredor mínimo para circulação de veículos de emergência de acordo com os regulamentos oficiais em vigor (para efeito do Plano de Arborização foi considerado o valor mínimo de 6m); • Garantir o acesso às propriedades e edifícios (acesso pedonal e/ou viário); • Utilizar a maior árvore possível adequada à classe de largura da rua e às suas circunstâncias funcionais; • Considerar o afastamento entre o limite da copa (ao fim de 20-30 anos) e o limite da rua (recomendado 1m); • Maximizar a permeabilidade do espaço público da rua; • Melhorar as condições para circulação pedonal e oportunidades de estadia; • Promover condições de mobilidade suave e de transportes coletivos; • Estimular a biodiversidade, utilizando sempre que possível maior número de espécies à escala da cidade e à escala das ruas, espécies autóctones ou ecologicamente compatíveis (não invasoras); • Assegurar uma boa composição urbanística e paisagística: congruência, funcionalidade, diversidade sensorial, depuração, simetria, continuidade e harmonia.

Após a concepção do programa, é necessário analisar quais serão os modelos preferencialmente aplicáveis (Relatório 2, “Plano”); os **modelos de arborização** informam, de um modo geral, quais as hipóteses de posicionamento da arborização e qual a dimensão das árvores a aplicar de acordo com esse posicionamento. De seguida, importa entender de que forma os diferentes modelos irão ajudar a atingir ou, pelo contrário, criar obstáculos ao cumprimento dos objetivos propostos no programa da intervenção. Todos os modelos assumem, desde a sua concepção (Relatório 2, “Plano”), o cumprimento dos pressupostos de espaço necessário para a árvore em relação à dimensão da rua (garantia do corredor de emergência, adequado afastamento entre as copas e as fachadas, etc.), assim como sugerem composições equilibradas do ponto de vista do desenho e organização do espaço. Porém, os modelos de arborização têm de se adequar às características particulares de cada rua, podendo haver modelos que respondem mais satisfatoriamente às exigências de cada rua.

Com um procedimento semelhante, são analisadas diferentes **opções projetuais**, relativas ao posicionamento e dimensionamento dos diferentes elementos, e são selecionadas as que melhor respondem ao programa de intervenção. Finalmente, o **projeto** para cada protótipo é desenvolvido (ao nível de estudo prévio) e é espacialmente representado nas suas diferentes peças gráficas e descrito em pormenor, nas tabelas de descrição da proposta. De forma a conseguir ilustrar de forma eficaz cada proposta de intervenção, são apresentadas plantas, cortes e visualizações. Os projetos foram desenvolvidos recorrendo a ferramentas de desenho e representação digital. As visualizações, obtidas de diversos pontos de vista, pretendem representar com o rigor possível um cenário realista. As árvores apresentam-se em representação genérica na circunstância da biblioteca disponível no *software* utilizado.

3. Contexto bioclimático das ruas-protótipo

3.1. Introdução

No relatório de “Caracterização e diagnóstico da situação existente” concluiu-se que várias vias da cidade do Porto têm troços cuja avaliação da sua (in)aptidão para a introdução e/ou conservação de árvores era difícil de aferir à escala do concelho (Figura 3.1.1). Tal decorre da complexidade do comportamento da *matrioska* climática e da necessidade de realizar uma leitura integrada à mesoescala, à escala local e à microescala. À mesoescala, é necessário considerar o sítio e a posição geográfica (latitude, proximidade ao mar e ao rio, diferenciação altimétrica, etc.), a inclinação dos raios solares e o estado de tempo. À escala local é preciso adicionar ao atrito natural a rugosidade artificial, as formas e volumetrias, a diversidade de elementos presentes e o metabolismo existente. E, à escala da rua – microescala – é essencial estimar como é que os comportamentos de cada um dos elementos climáticos nas duas escalas espaciais anteriores são modificados de acordo com a orientação, a exposição, o *Aspect Ratio*, o *Sky View Factor* e as características físico químicas específicas dos vários elementos, materiais, formas e volumes presentes. Aconselhava-se, então, que se aprofundasse o estudo em áreas específicas recorrendo a outras metodologias de análise.

Entretanto, numa segunda fase, foram selecionadas, com base no diagnóstico multidisciplinar efetuado, dez vias portuenses que, enquanto protótipos, representassem a diversidade existente e garantissem a futura replicabilidade das recomendações que viessem a ser sugeridas.

O presente capítulo, correspondente à terceira fase do Plano de Arborização, tem como objetivo contribuir para um conhecimento mais aprofundado do contexto bioclimático dos 10 troços de vias que foram definidos como ruas-protótipo. Adotando-se a necessária abordagem multiescalar, pretende-se simultaneamente pormenorizar, para a escala das ruas-protótipo, o diagnóstico e as recomendações previamente definidos para a escala do concelho, e validar esses resultados com a introdução de uma metodologia adequada a esta escala de análise.

Para isso, depois de apresentar o quadro conceptual de análise, os princípios orientadores e as opções metodológicas, o relatório organiza-se em três partes: a avaliação, a validação e as recomendações (Figura 3.2).

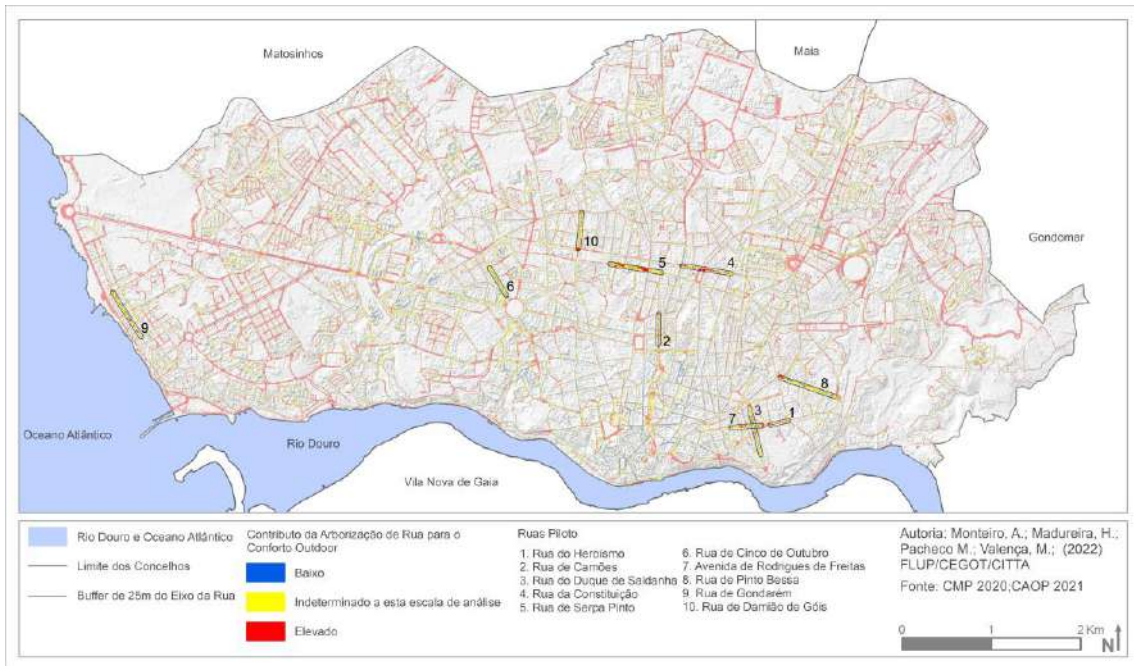


Figura 3.1 - Potencial contributo da arborização das ruas-protótipo para o conforto outdoor.

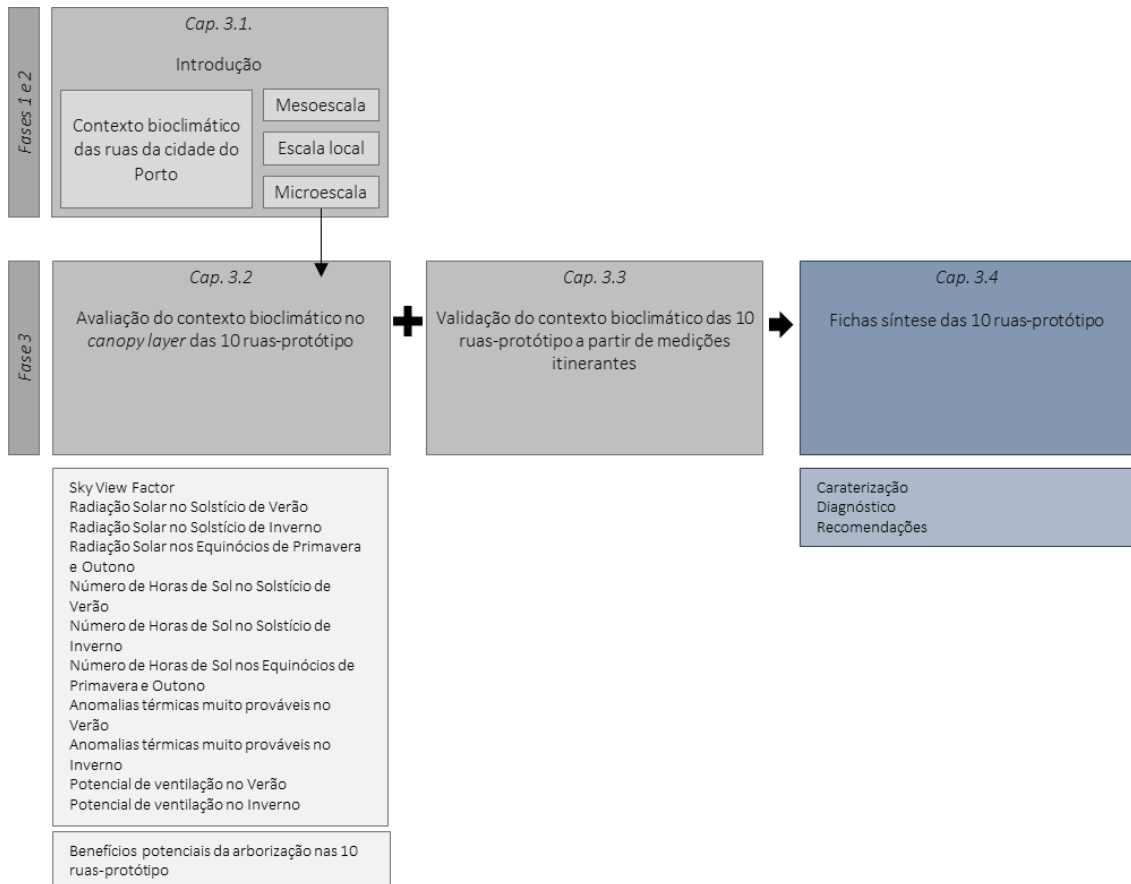


Figura 3.2 - Esquema síntese dos princípios orientadores, opções metodológicas e organização do trabalho.

Na primeira parte apresentamos os resultados da avaliação do contexto bioclimático *no canopy layer* das 10 ruas-protótipo (Cap.3.2). Partindo dos procedimentos metodológicos e dos resultados obtidos na avaliação do “contexto bioclimático das ruas da cidade do Porto”, descritos em relatório anterior, são agora apresentados resultados à escala de cada uma das 10 ruas-protótipo, sendo estes plasmados em cartografia síntese relativa:

- ao *Sky View Factor*, que determina a “a porção de céu visível”, ou seja, a “janela” disponível para a entrada e a saída de energia natural e artificial em cada rua;
- à radiação solar recebida nas quatro estações do ano: solstício de Verão, solstício de Inverno e equinócios de Primavera e Outono;
- às horas de incidência de radiação solar direta nas quatro estações do ano: solstício de Verão, solstício de Inverno e equinócios de Primavera e Outono;
- às anomalias térmicas mais prováveis no Verão e no Inverno;
- ao potencial de ventilação no Verão e no Inverno;
- ao potencial da arborização para o conforto térmico outdoor.

Na segunda parte (Cap. 3.3) apresentamos os resultados de uma campanha de medições itinerantes de temperatura nas 10 ruas protótipo decorrida no período compreendido entre julho e outubro de 2022. Apesar desta campanha de medições itinerantes, por limitações associadas à calendarização das várias fases do projeto, se ter concentrado em quatro meses do ano e não abranger, como desejável, momentos representativos de todo ciclo climático anual, os seus resultados permitem validar o contexto bioclimático das 10 ruas-protótipo.

A cartografia relativa à “avaliação do contexto bioclimático no *canopy layer*” (Cap. 3.2) e à “validação do contexto bioclimático das 10 ruas-protótipo a partir de medições itinerantes” (Cap. 3.3.) está organizada por variável e disposta de acordo com sua localização geográfica, de oeste para leste e de norte para sul, de forma a facilitar a comparação por proximidade e similaridade das determinantes geográficas que podem condicionar os contextos climáticos vivenciados à microescala. No entanto, para efeitos de comparação, manteve-se a numeração das ruas adotada nos capítulos anteriores.

Finalmente, na terceira parte (Cap.3.4) apresentam-se, sob a forma de fichas síntese, as características, o diagnóstico do contexto bioclimático e as principais recomendações relativas ao efeito potencial, no conforto bioclimático, da arborização viária de cada uma das dez ruas-protótipo.

3.2. Avaliação do contexto bioclimático no *canopy layer* das 10 ruas-protótipo

Do ponto de vista do contexto bioclimático, as 10 ruas-protótipo podem ser classificadas de acordo com três principais critérios, de acordo com: o potencial de receção de energia solar; a orientação; a carga térmica antrópica e o metabolismo urbano.

De acordo com o **potencial de receção de energia solar**, individualizam-se dois grupos de ruas:

- i) No primeiro grupo incluem-se a rua Duque Saldanha, a rua da Constituição, e a rua Damião de Góis, consideradas vias médias e largas, que pelas suas características geométricas têm um potencial elevado de receção de energia solar:
- O *Sky View Factor* é médio a muito elevado, em pelo menos 50% da via/troço de via, com valores entre 0,4 e 1,0, à exceção da rua da Constituição, com valores entre 0,6 e 1,0;
 - A capacidade de acumulação de radiação solar é bastante diversa nas quatro estações do ano. No solstício de Verão, tem valores entre os 3000 e os 6000 Wh/m² em grande parte da extensão. No solstício de Inverno, tem segmentos que variam entre 250 e 1500 Wh/m², mas também áreas com valores mais baixos junto às fachadas que podem variar entre 0 e 250 Wh/m². Nos equinócios de Primavera e Outono, registam valores médios entre os 500 e os 4000 Wh/m².
 - As horas de incidência solar direta nas quatro estações do ano são também muito variadas. No solstício de Verão, recebem entre 4 e 12 horas de sol diárias em quase toda a extensão das ruas, com áreas que atingem valores de 12 a 16h. No solstício de Inverno, recebem entre 0 e 8 horas de sol. Nos equinócios de Primavera e Outono, a maior parte das vias recebem entre 4 e 12 horas de sol diárias, com algumas áreas com valores entre 0 e 4h.
 - As anomalias térmicas mais prováveis no Inverno variam entre 0,1°C e 1,2°C, à exceção da rua Duque Saldanha, que regista valores entre -2,5°C e 0,0°C. No Verão, os valores oscilam entre 3,6°C e 4,9°C, à exceção da mesma rua, que tem valores de 2,1°C a 2,9°C.
 - O potencial de ventilação é classificado de “moderado” a “muito reduzido” no Verão, e de “elevado” a “muito reduzido” no Inverno.
- ii) No segundo grupo incluem-se as ruas que, pelas suas características geométricas, recebem pouca energia solar durante todo o ano. É o caso da rua do Heroísmo – que é estreita – e das ruas de Camões, de Serpa Pinto, 5 de Outubro, Avenida Rodrigues de Freitas, Pinto Bessa e Gondarém – vias médias ou largas -, que possuem um edificado denso e alto, o que interfere substantivamente na chegada ao solo da radiação solar:
- O *Sky View Factor* nestas vias é médio a muito elevado, com valores entre 0,4 e 1,0, à exceção da rua de Camões, bastante heterogénea, com valores entre 0,2 e 1,0, da rua do Heroísmo, com valores muito elevados, de 0,8 a 1,0, e da rua 5 de Outubro, com valores compreendidos entre 0,4 e 0,8.
 - A capacidade de acumulação de radiação solar é muito diversa nas quatro estações do ano. No solstício de Verão, os valores estão entre os 1500 e os 6000 Wh/m² em grande parte da sua extensão. No solstício de Inverno, os valores variam entre 0 e 250 Wh/m² em grande parte da via, fora alguns casos esporádicos em que andam no intervalo entre os 250 e 1500 Wh/m². Nos equinócios de Primavera e Outono, os valores médios oscilam entre os 250 e os 4000 Wh/m².
 - As horas de incidência solar direta nas quatro estações do ano. No solstício de Verão, recebem entre as 4 e as 14 horas de sol diárias em quase toda a extensão das ruas. No solstício de Inverno, há vários pontos que atingem valores entre 0 e 10 horas de sol. Nos equinócios de Primavera e Outono, as vias recebem, na maior parte da sua

extensão entre 6 e 12 horas de sol, com alguns pontos que ainda variam entre 0 e 6 horas de sol.

- As anomalias térmicas mais prováveis no Inverno variam entre $-2,5^{\circ}\text{C}$ e 0°C com a exceção das ruas de Camões, de Serpa Pinto, 5 de Outubro e Gondarém, que têm valores entre $0,1^{\circ}\text{C}$ e $1,2^{\circ}\text{C}$. No Verão, são frequentemente entre $1,1^{\circ}\text{C}$ e $4,9^{\circ}\text{C}$ excetuando o caso da rua de Gondarém que, entre outros fatores, pela proximidade ao mar, tem anomalias com valores entre $0,5$ e $1,0^{\circ}\text{C}$, e da rua do Heroísmo, em que as anomalias são entre $2,1^{\circ}\text{C}$ e $2,9^{\circ}\text{C}$.
- O potencial de ventilação é entre “moderado” a “muito reduzido” no Verão, com a exceção da rua de Gondarém, classificada com potencial “muito elevado”. No Inverno, é de “elevado” e “moderado”, à exceção das ruas de Serpa Pinto e 5 de Outubro, classificadas de “muito reduzido”.

De acordo com a **orientação**, individualizam-se dois grupos de ruas:

- i) No primeiro grupo incluem-se as ruas que têm uma orientação N-S/NO-SE, como as ruas de Camões, Duque Saldanha, Serpa Pinto, 5 de Outubro, Pinto Bessa e Gondarém. No entanto, apesar da orientação, por influência de outros fatores geográficos e antrópicos existem, entre elas, sobrecargas térmicas muito variadas:
 - *O Sky View Factor* é, neste conjunto, médio a muito elevado, em pelo menos 50% da via/troço de via, com valores entre 0,4 e 1,0, à exceção da rua de Camões, que regista valores muito variados entre 0,2 e 1,0 e a rua 5 de Outubro, com valores compreendidos entre 0,4 e 0,8.
 - A capacidade de acumulação de radiação solar nas quatro estações do ano é consideravelmente diverso: No solstício de Verão, recebem entre os 1500 e os 6000 Wh/m^2 em grande parte da sua extensão. No solstício de Inverno, recebem valores mais baixos que podem variar entre 0 e 250 Wh/m^2 na maior parte das vias e na restante, entre 250 e 1500 Wh/m^2 . Nos equinócios de Primavera e Outono, os valores médios não ultrapassam os 3500 Wh/m^2 , à exceção da rua de Camões onde a amplitude chega aos 4000 Wh/m^2 .
 - As horas de incidência solar direta nas quatro estações do ano é bastante diversa. No solstício de Verão, têm entre 6 e 14 horas de sol diárias, com alguns pontos entre as 4 e as 6 horas. No solstício de Inverno, há pontos destas vias que têm entre 0 e 8 horas de sol sobretudo junto às fachadas, à exceção da rua de Gondarém e de Camões onde se chega às 10 horas em alguns pontos. Nos equinócios de Primavera e Outono, compreende-se no intervalo de 2 a 12 horas de sol diárias.
 - As anomalias térmicas mais prováveis no Inverno variam entre $0,1^{\circ}\text{C}$ e $1,2^{\circ}\text{C}$, com a exceção das ruas Duque Saldanha e de Pinto Bessa, que têm valores entre $-2,5^{\circ}\text{C}$ e $0,0^{\circ}\text{C}$. No Verão oscilam entre 1,1 e $4,9^{\circ}\text{C}$, à exceção da rua de Gondarém, que tem anomalias de 0,5 a $1,0^{\circ}\text{C}$.
 - O potencial de ventilação é de “moderado” a “muito reduzido” no Verão, à exceção da rua de Gondarém, onde é “muito elevado”. No Inverno, a ventilação é “elevada” e/ou “moderada”, à exceção da rua de Serpa Pinto e 5 de Outubro, onde é “muito reduzido”.

- ii) No segundo grupo incluem-se as ruas que têm uma orientação E-W, como as ruas do Heroísmo, da Constituição, a Avenida Rodrigues de Freitas e a rua Damião de Góis:
- O *Sky View Factor* é elevado a muito elevado em pelo grande parte da via/troço de via, com valores entre 0,4 e 1,0, com exceção da rua do Heroísmo, com valores muito elevados, de 0,8 a 1,0, e da rua da Constituição, com valores entre 0,6 e 1,0.
 - A capacidade de acumulação de radiação solar nas quatro estações do ano é muito diversa. No solstício de Verão, registam valores dos 3500 e aos 6000 Wh/m² em grande parte da sua extensão. No solstício de Inverno, sobretudo nas fachadas voltadas a sul recebem entre os 1000 e os 1500 Wh/m², sendo que a restante parte das vias recebe entre 0 e 250Wh/m². Nos equinócios de Primavera e Outono, registam valores sobretudo no intervalo entre 250 e 4000 Wh/m² em grande parte das vias.
 - As horas de incidência solar direta nas quatro estações do ano são, em consequência, muito diferentes. No solstício de Verão, usufruem de 6 a 14 horas de sol diárias em quase toda a extensão das vias, com a exceção da rua Damião de Góis, que atinge as 16h. No solstício de Inverno, pelo menos em algumas áreas junto às fachadas das vias recebem entre 0 e 2 horas de sol, embora existam na restante via valores mais elevados (entre 4 e 10 horas de sol). Nos equinócios de Primavera e Outono, uma grande parte das vias recebe entre 0 e 12 horas de sol.
 - As anomalias térmicas mais prováveis no Inverno variam entre -2,5°C e 0°C, com a exceção das ruas da Constituição e Damião de Góis, que registam valores entre 0,1°C e 1,2°C. No Verão as anomalias são entre 2,1°C e 2,9°C para a rua do Heroísmo e Avenida Rodrigues de Freitas e entre 3,6°C e 4,9°C para as ruas da Constituição e Damião de Góis.
 - O potencial de ventilação é, nestas vias “reduzido” e “muito reduzido” no Verão, com a exceção da rua do Heroísmo, onde é “moderado”. No Inverno, a ventilação é “moderado” e “elevado”, à exceção da rua da Constituição, onde é “moderado” e “muito reduzido”.

De acordo com a **carga térmica antrópica e o metabolismo urbano**, individualizam-se dois grupos de ruas:

- i) No primeiro grupo incluem-se a rua de Pinto Bessa, a rua da Constituição, a rua do Heroísmo, a rua 5 de Outubro, a Avenida Rodrigues de Freitas e a rua Damião de Góis, a rua Serpa Pinto e a rua de Camões, que têm uma forte carga térmica antrópica. A vitalidade do metabolismo urbano nestas vias vai acumular-se aos restantes fatores climáticos, para alterar o conforto bioclimático ao nível da rua:
- O *Sky View Factor* é médio a muito elevado, rondando os 0,4 a 1,0, à exceção da rua 5 de Outubro, com valores compreendidos entre 0,4 e 0,8, da rua do Heroísmo, com valores muito elevados, de 0,8 a 1,0, da rua da Constituição, com valores entre 0,6 e 1,0, e da rua de Camões, que regista valores muito variados entre 0,2 e 1,0.
 - A capacidade de acumulação de radiação solar nas quatro estações do ano apresenta uma diversidade de contextos. No solstício de Verão, as ruas registam maioritariamente valores entre 3000 e 6000 Wh/m², à exceção das ruas de Pinto Bessa e de Camões, que ficam entre os valores entre 1500 e 6000 Wh/m². No

solstício de Inverno, estas vias recebem entre 0 e 750 Wh/m², com a exceção de algumas áreas próximas das fachadas que recebem de 750 a 1500 Wh/m². Nos equinócios de Primavera e Outono, todas as vias recebem entre 1500 e 4000 Wh/m² em quase toda a sua extensão, embora em algumas áreas, pelas diversas especificidades, seja mais expressiva uma amplitude de valores superior, entre 250 e 4000 Wh/m².

- As horas de incidência solar direta nas quatro estações do ano são muito variadas. No solstício de Verão, recebem entre 4 e 14 horas de sol diárias em quase toda a sua extensão. No solstício de Inverno, há pontos destas vias que não recebem radiação solar direta (0 a 2 horas de sol) mas na sua maioria têm entre 2 e 8 horas de sol por dia. Nos equinócios de Primavera e Outono, uma grande parte destas vias recebe entre 6 e 12 horas de sol, com alguns pequenos pontos, onde o sol incide entre 0 a 6h.
 - As anomalias térmicas mais prováveis no Inverno variam entre 0,1°C e 1,2°C com exceção das ruas do Heroísmo, de Pinto Bessa e Avenida de Rodrigues de Freitas, que têm valores entre -2,5°C e 0,0°C. No Verão, as anomalias térmicas variam entre 3,6°C e 4,9°C exceto as ruas do Heroísmo, de Pinto Bessa e Avenida de Rodrigues de Freitas, que registam valores entre 1,1°C e 2,9°C.
 - O potencial de ventilação no Verão é, consoante o troço de via, “moderado”, “reduzido” ou “muito reduzido”. No Inverno a ventilação é “elevada” ou “moderada”, exceto nas ruas de 5 de Outubro e Serpa Pinto, classificadas com “muito reduzido”, e da rua da Constituição, com “moderado” e “muito reduzido”.
- ii) No segundo grupo incluem-se a rua que têm uma carga térmica antrópica e um metabolismo urbano menores, como as ruas de Gondarém e do Duque Saldanha:
- O *Sky View Factor* é médio a muito elevado, rondando os 0,4 a 1,0.
 - Quanto à capacidade de acumulação de radiação solar nas quatro estações do ano estas vias são muito diversas. No solstício de Verão, recebem entre os 3000 e os 6000 Wh/m². No solstício de Inverno, os valores oscilam entre 0 e 250 Wh/m² em ambas as vias. A rua de Gondarém chega a atingir valores até 1500 Wh/m² e a rua Duque Saldanha, atinge apenas os 750 Wh/m². Nos equinócios de Primavera e Outono, recebem entre os 1000 e os 3500 Wh/m².
 - As horas de incidência solar direta são muito diferentes nas quatro estações do ano. No solstício de Verão, recebem sobretudo entre as 4 e 12h, sendo que a rua de Gondarém chega estende-se até às 14 horas de sol diárias. No solstício de Inverno, recebem entre 0 e 10 horas de sol. Nos equinócios de Primavera e Outono, recebem entre 2 e 10 horas de sol diárias.
 - As anomalias térmicas mais prováveis no Inverno variam entre 0,9°C e 1,2°C na rua de Gondarém e de -2,5°C e 0,0°C na rua Duque Saldanha. No Verão, as anomalias variam entre 0,5°C e 1,0°C na rua de Gondarém, e de 2,1°C a 2,9°C na rua Duque Saldanha.

O potencial de ventilação é “muito elevado” no Verão, na rua de Gondarém, e de “moderado” e “muito reduzido” na rua Duque Saldanha. No Inverno, a ventilação é “moderada” na rua de Gondarém, e é “moderado” e “elevado” na rua Duque Saldanha.

3.2.1. Sky View Factor

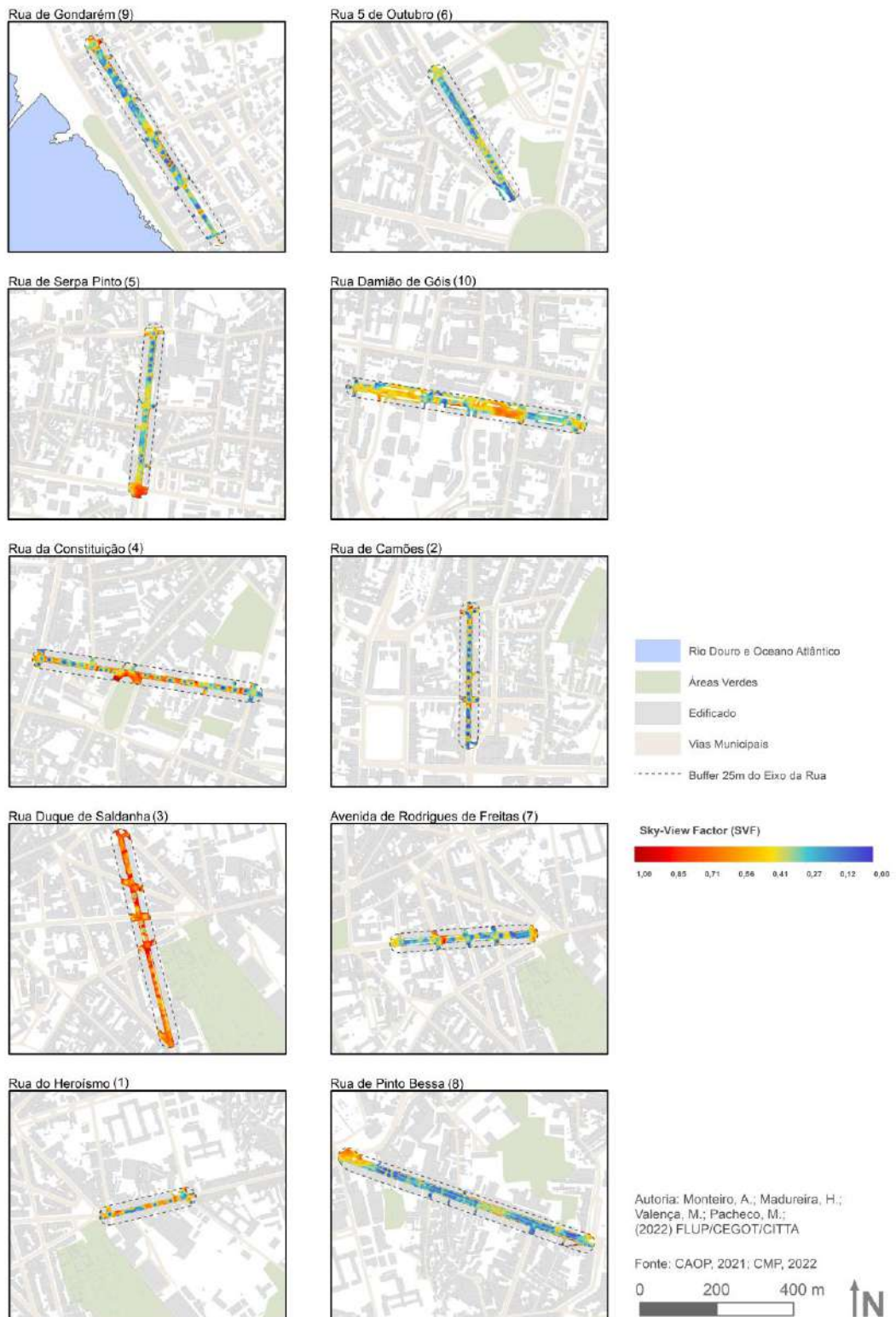


Figura 3.3 - Sky View Factor nas ruas-protótipo.

3.2.2. Radiação solar no solstício de verão

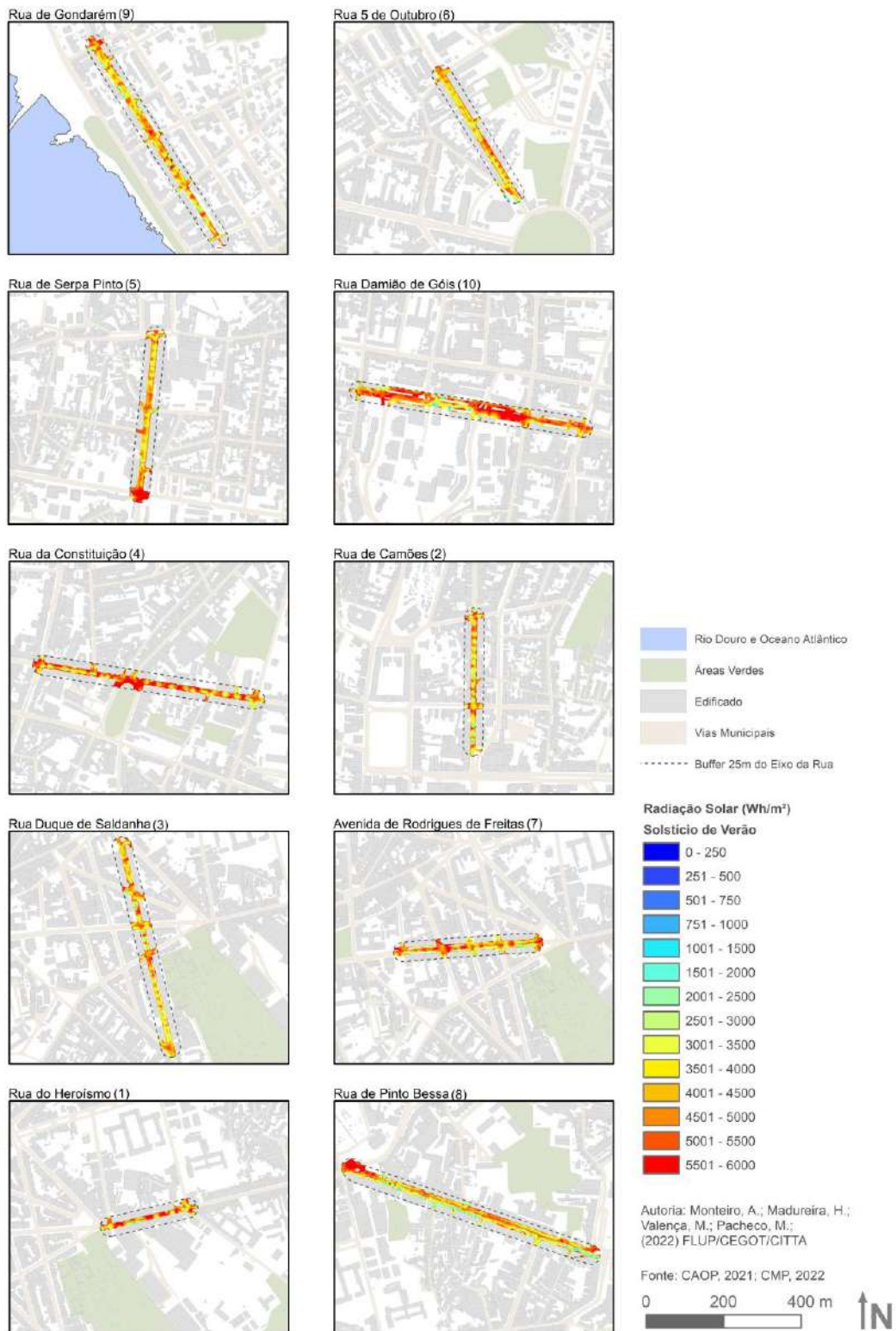


Figura 3.4 - Radiação solar no Solstício de Verão nas ruas-protótipo.

3.2.3. Radiação solar no solstício de inverno

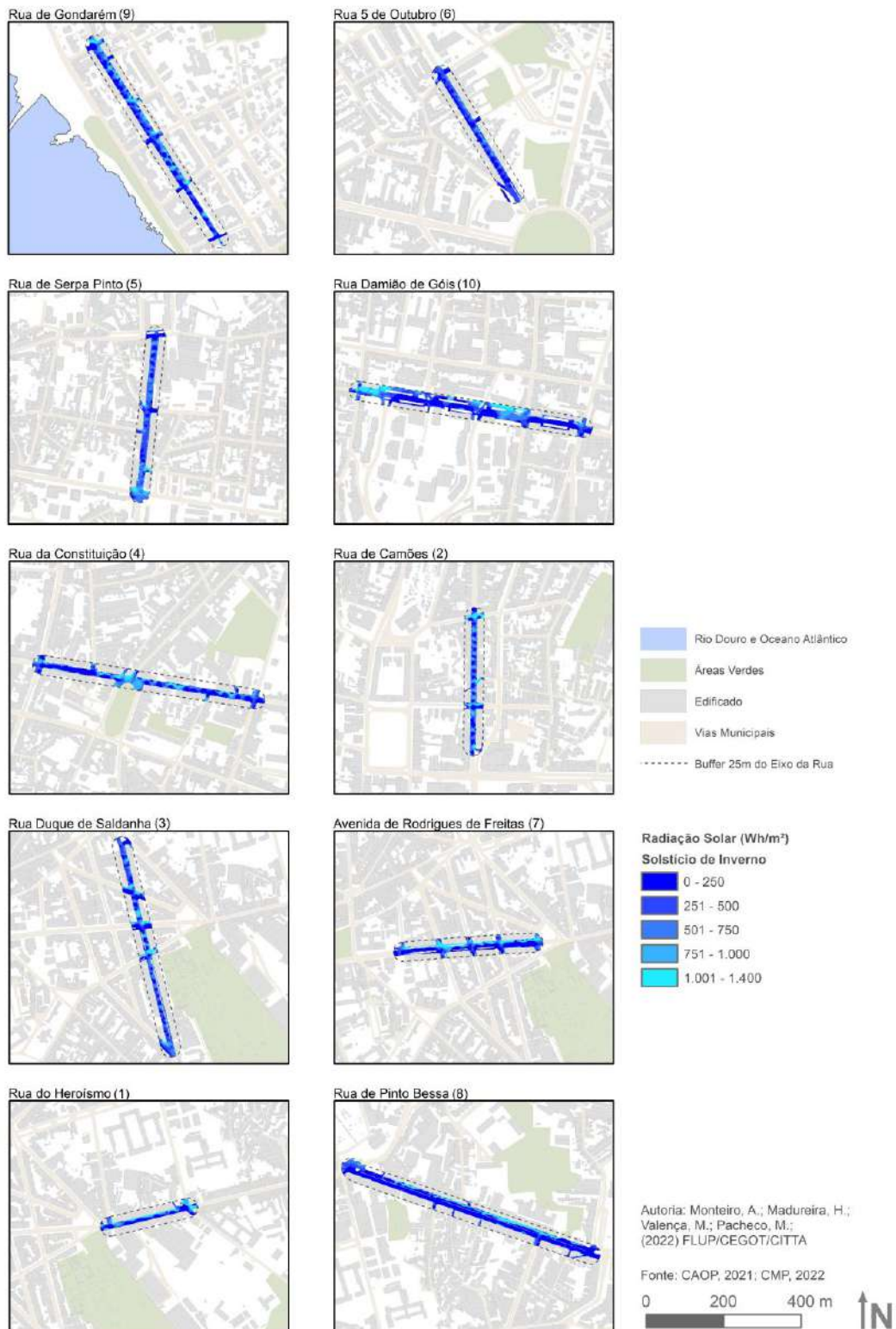


Figura 3.5 - Radiação solar no Solstício de Inverno nas ruas-protótipo.

3.2.4. Radiação solar nos equinócios de primavera e outono

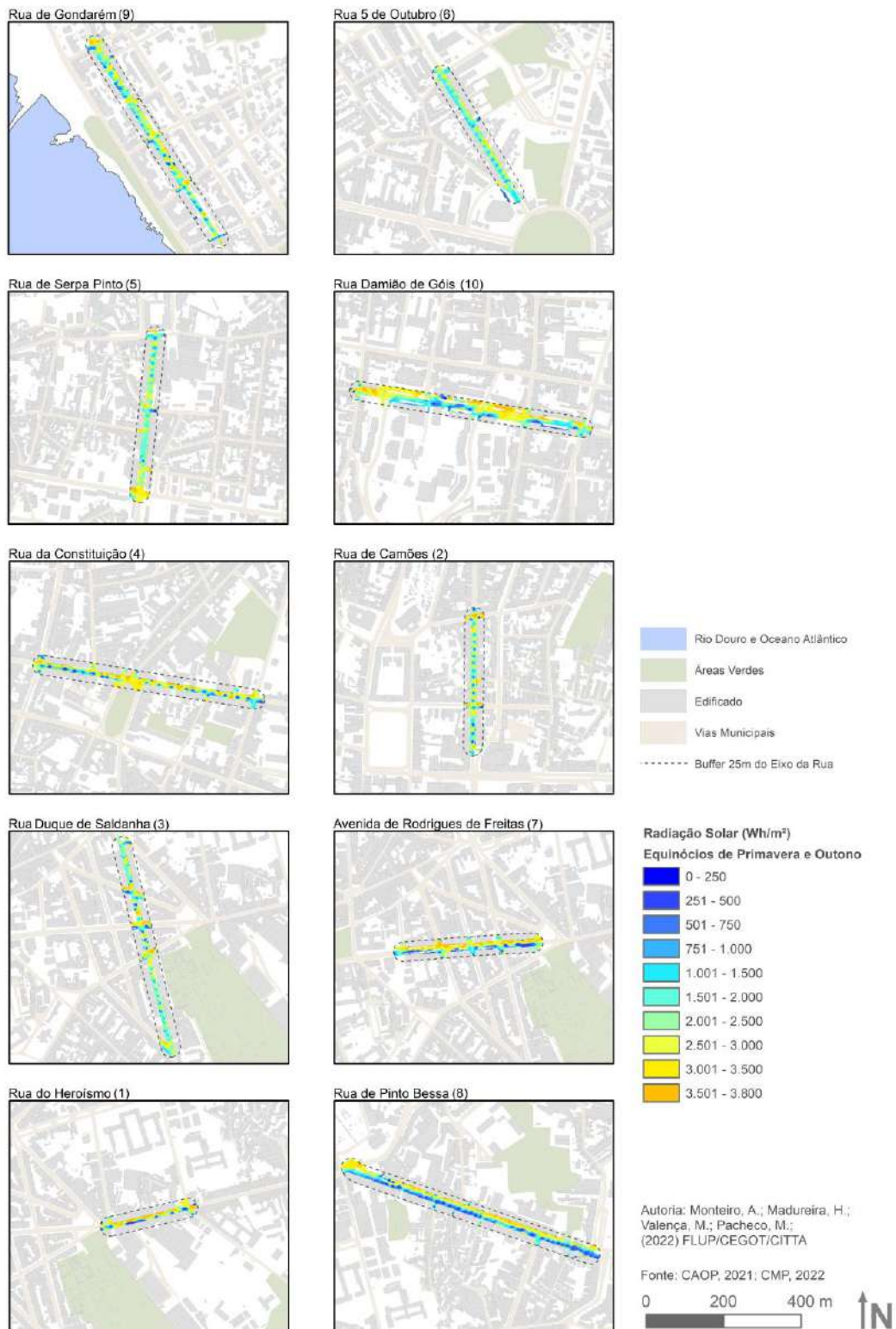


Figura 3.6 - Radiação solar nos Equinócios de Primavera e Outono nas ruas-protótipo.

3.2.5. Número de horas de sol no solstício de verão

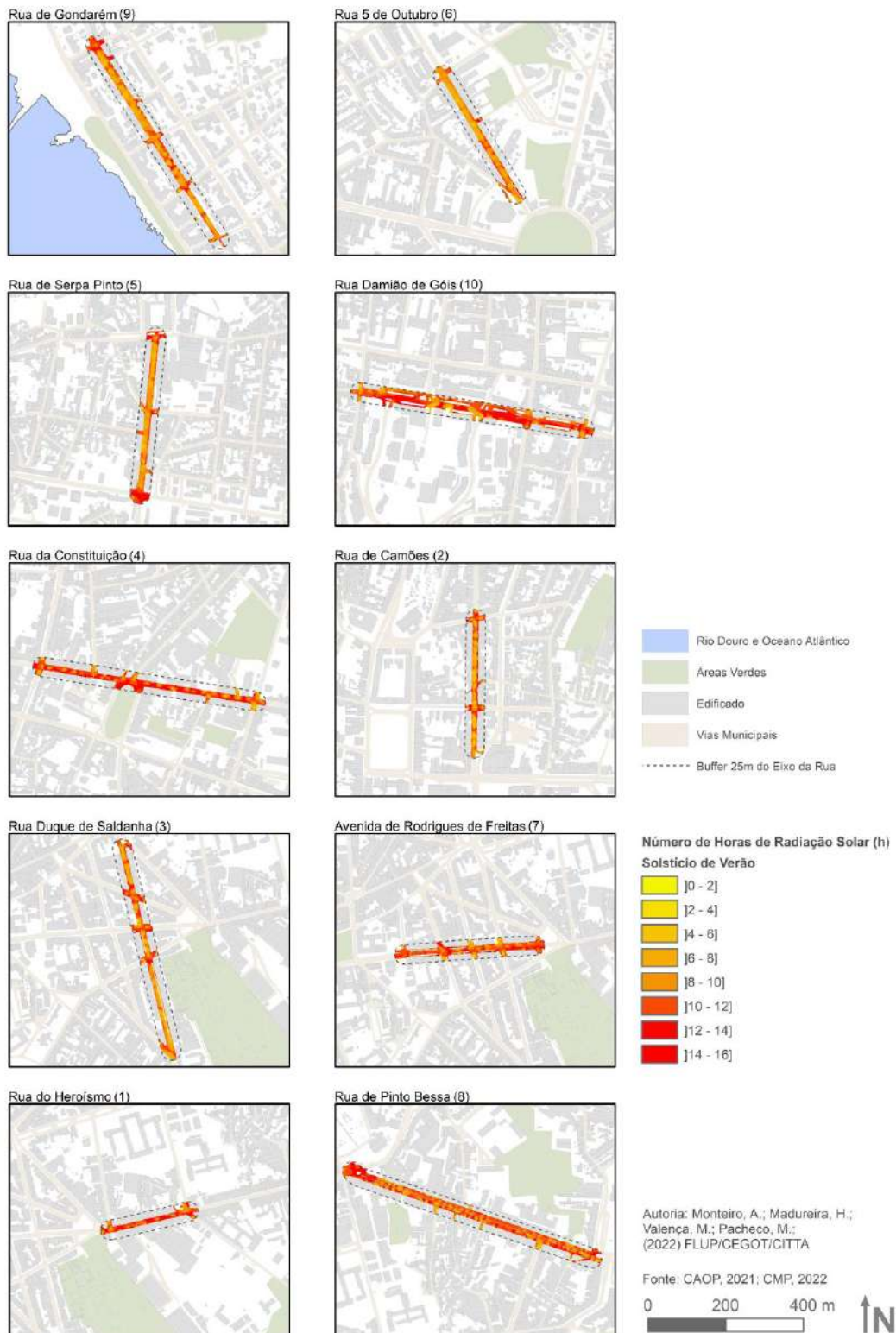


Figura 3.7 - Número de horas de sol no Solstício de Verão nas ruas-protótipo.

3.2.6. Número de horas de sol no solstício de inverno



Figura 3.8 - Número de horas de sol no Solstício de Inverno nas ruas-protótipo.

3.2.7. Número de horas de sol nos equinócios de primavera e outono

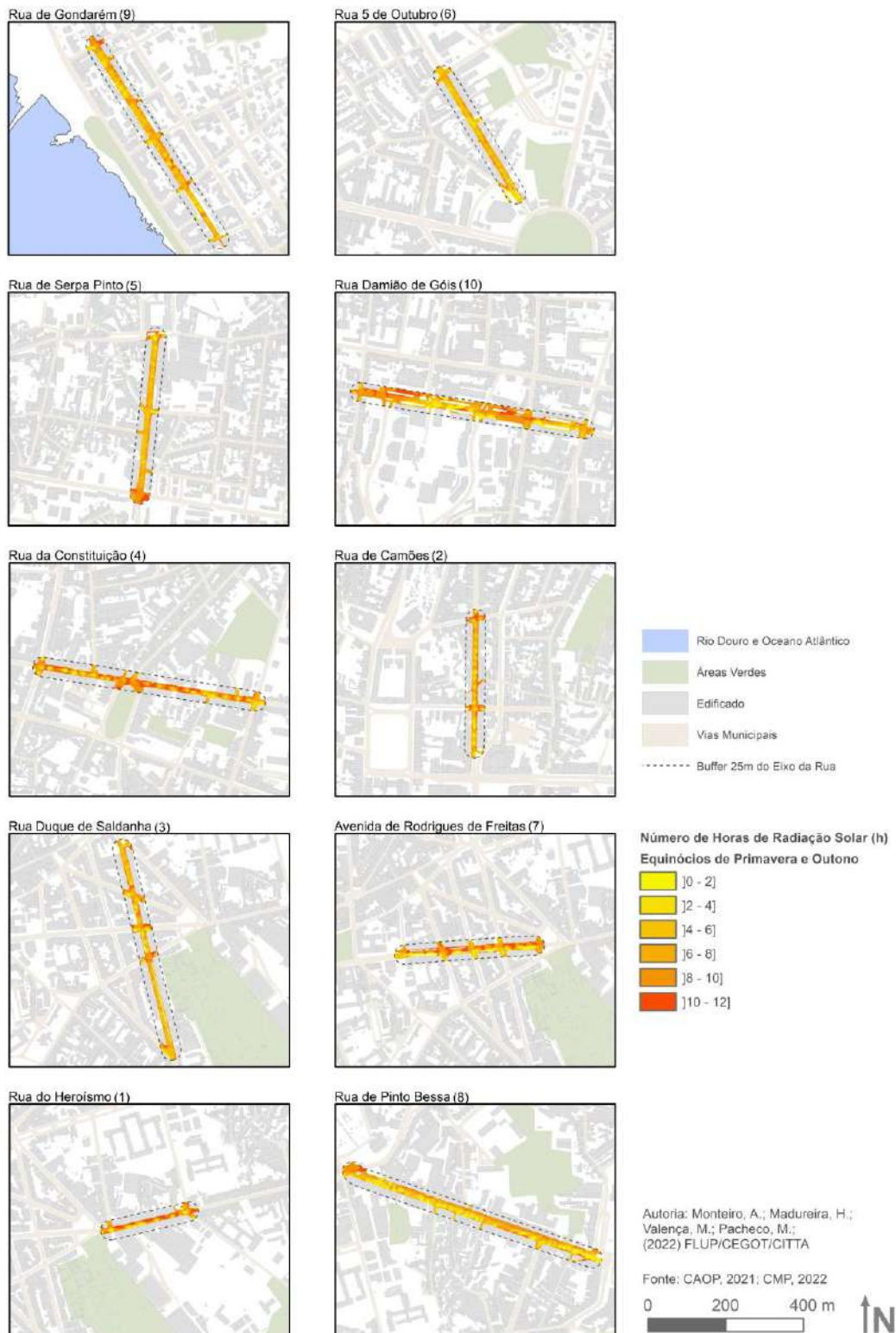


Figura 3.9 - Número de horas de sol nos Equinócios de Primavera e Outono nas ruas-protótipo.

3.2.8. Anomalias térmicas muito prováveis no verão

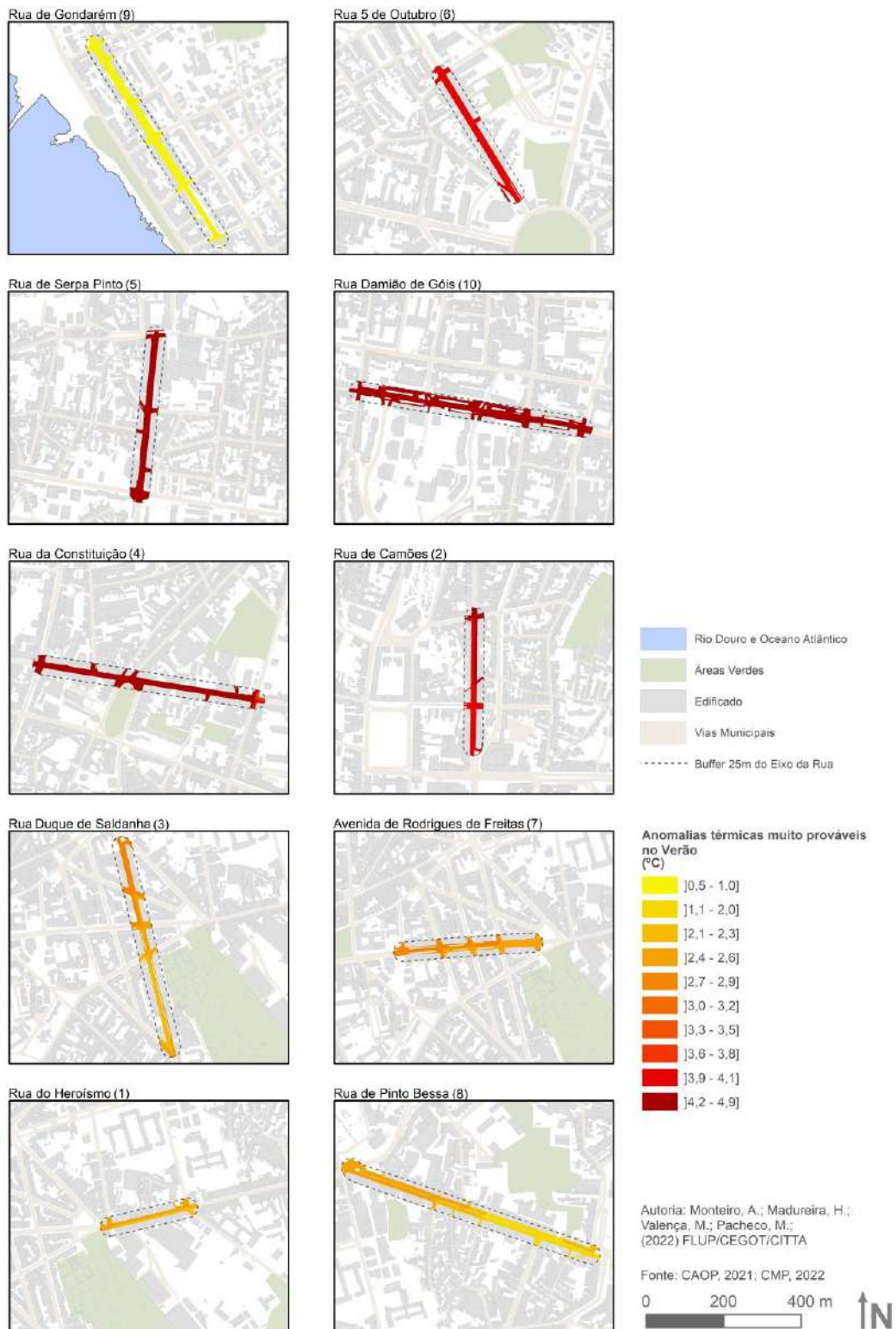


Figura 3.10 - Anomalias térmicas muito prováveis no Verão nas ruas-protótipo. Adaptado de CMP (2018)¹.

¹ Avaliação da diferença média de temperatura relativamente aos valores de referência da Estação Climatológica da Serra do Pilar.

3.2.9. Anomalias térmicas muito prováveis no inverno

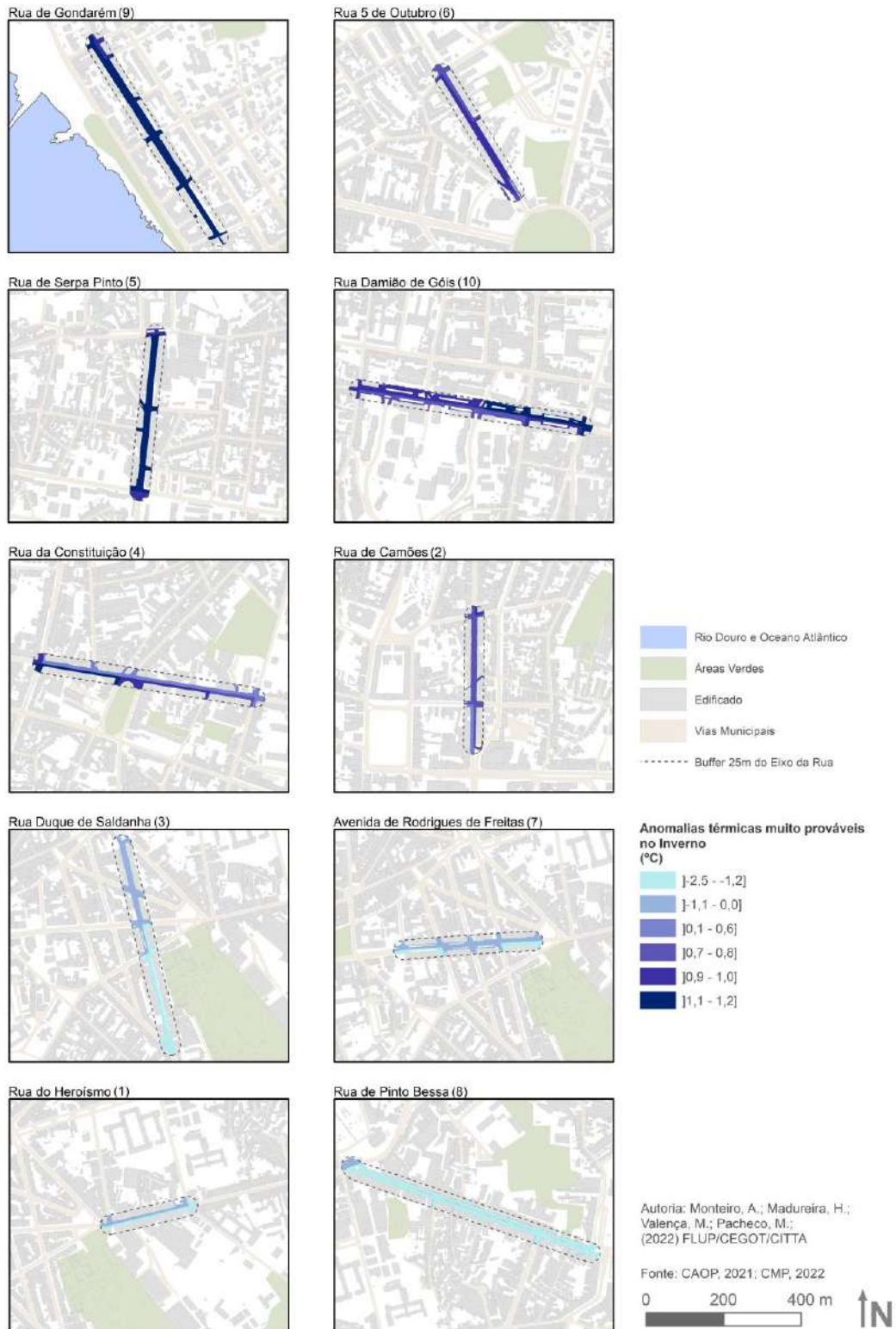


Figura 3.11 - Anomalias térmicas muito prováveis no Inverno nas ruas-protótipo. Adaptado de CMP(2018)².

3.2.10. Potencial de ventilação no verão



Figura 3.12 - Potencial de ventilação no Verão nas ruas-protótipo.

3.2.11. Potencial de ventilação no inverno

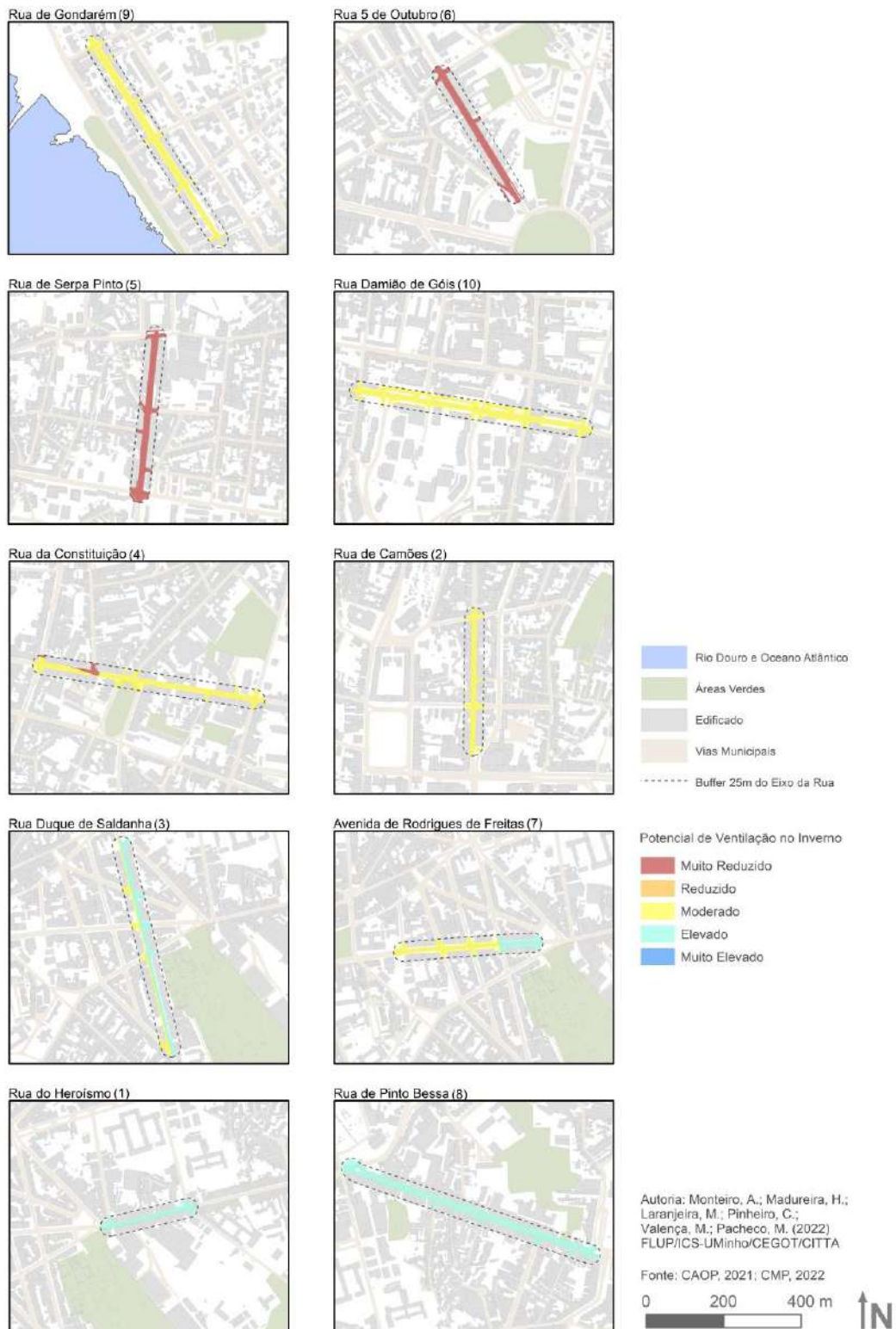


Figura 3.13 - Potencial de ventilação no Inverno nas ruas-protótipo.

3.2.12. Benefícios potenciais da arborização nas 10 ruas-protótipo



Figura 3.14 - Benefícios potenciais da arborização nas 10 ruas-protótipo.

3.3. Validação do contexto bioclimático das 10 ruas-protótipo a partir de medições itinerantes

A análise sobre as características bioclimáticas dos *canopy layer* das dez ruas-protótipo selecionadas neste projeto carece de uma validação assente em trabalho de campo que o cronograma acordado com a Camara Municipal do Porto não permitiu realizar com o detalhe e a extensão temporal que a complexidade da análise recomendaria.

Todavia, e tendo sempre em conta as circunstâncias – época do ano, especificidades climáticas do momento em que ocorre, duração temporal desta etapa, etc. – foi concebido um desenho experimental para a realização de campanhas de medições itinerantes de temperatura nas 10 ruas-protótipo. Assim, depois de uma fase prolongada, mas incontornável, de teste, foi selecionada, coligida e analisada a informação relativa à temperatura junto ao solo registada nestas 10 ruas-protótipo entre julho e outubro de 2022².

A análise dos resultados dos registos itinerantes de temperatura nas 10 ruas-protótipo (Figura 15 e Figura 17) confirmaram a multiplicidade de fatores que condicionam esta variável climatológica junto ao solo e que, frequentemente, retiram importância aos habitualmente mais mencionados fatores climáticos.

Em traços gerais tornou-se evidente que, dentro do conjunto de ruas analisado, a distância ao mar e ao rio ou a posição latitudinal deixam o seu sinal vincado no valor absoluto de temperatura, mostrando que as vias mais a leste e as mais a sul do Porto são as que, em média, evidenciam valores de temperatura mais elevados.

Porém, apesar da latitude, da altitude, da orientação ou da proximidade ao mar e ao rio deixarem marcas inequívocas na temperatura vivenciada junto ao solo, em contexto urbano, como é o caso do Porto, há um vasto leque de *confounders* de origem antrópica que ganham expressão e que têm de ser tidos em conta num projeto como este.

Assim, deste trabalho de teste e validação concluímos que pela concatenação de argumentos geográficos e antrópicos:

- os registos mais baixos de temperatura ocorreram, em média, nas ruas de Gondarém, 5 de Outubro, Serpa Pinto e Duque de Saldanha;
- os registos mais elevados de temperatura ocorreram, em média, na Avenida de Rodrigues de Freitas e nas ruas do Heroísmo e de Pinto Bessa (> 21°C);
- os registos de temperatura nas ruas da Constituição e de Camões foram muito diversos, mas, em média, estiveram ligeiramente abaixo dos 21°C.

Quando procuramos analisar isoladamente cada uma das vias, observando o comportamento relativo da temperatura ao longo de todo o corredor (Figura 16 e Figura 18), verificamos um padrão muito semelhante no comportamento da temperatura marcado pela orientação ao qual

² Foi solicitado ao coordenador do projeto um alargamento de prazo para que, do ponto de vista dos estados de tempo, conseguíssemos validar as condições bioclimáticas um pouco mais do que as associadas ao tempo estável, quente e seco de Verão.

se sobrepõe a patine introduzida pela morfologia urbana e pelo tipo, dimensão e densidade dos elementos naturais e artificiais presentes.

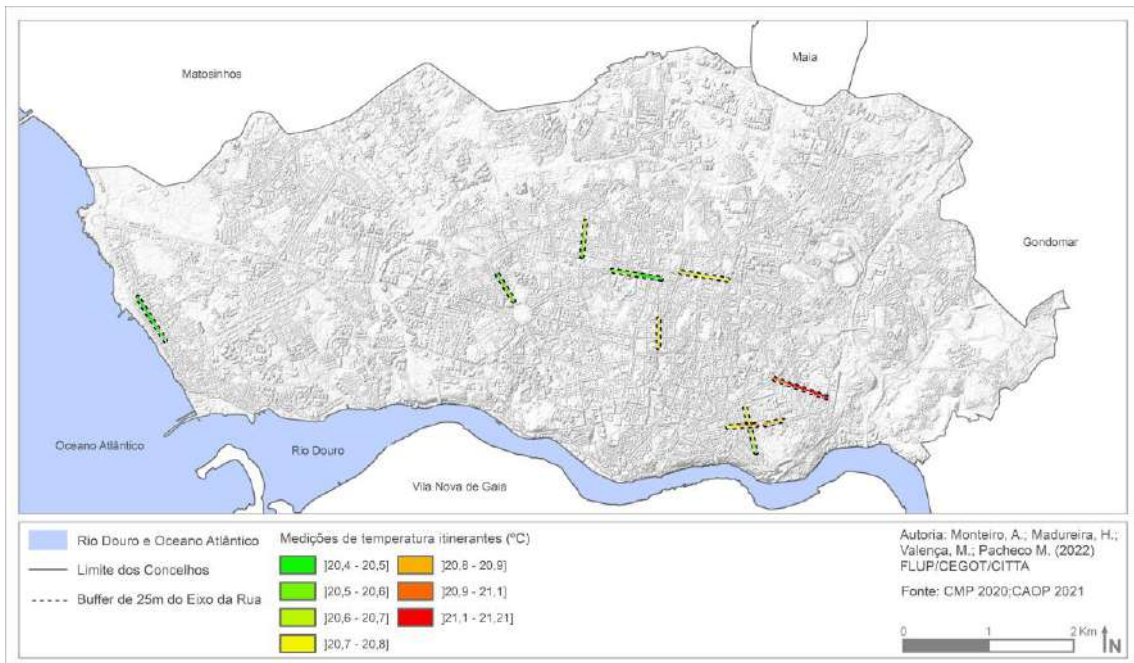


Figura 3.15 – Resultados das medições itinerantes de temperatura nas 10 ruas-protótipo³.

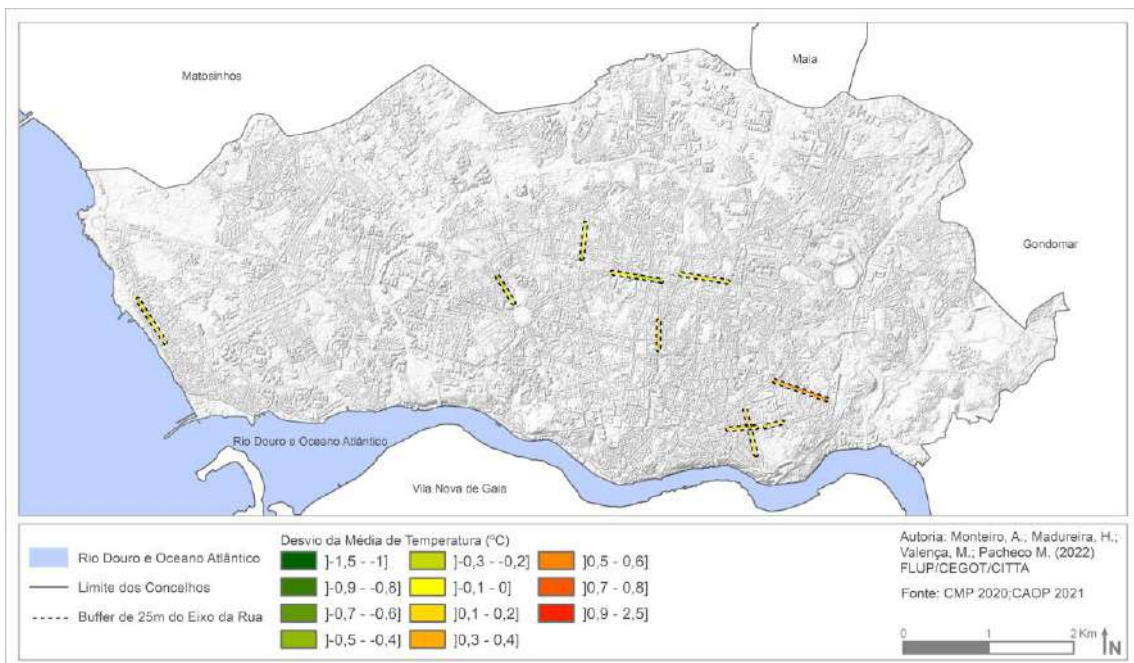


Figura 3.16 - Desvios médios da temperatura registada nas medições itinerantes¹.

³ Os valores apresentados correspondem à média dos valores registados de temperatura nas medições itinerantes elaboradas no período compreendido entre julho e outubro de 2022.

3.3.1. Medições de temperatura itinerantes ao longo das 10 ruas-protótipo



Figura 3.17 – Medições de temperatura itinerantes ao longo das 10 ruas-protótipo⁴.

⁴ Os valores apresentados correspondem à média dos valores registados de temperatura nas medições itinerantes elaboradas no período compreendido entre julho e outubro de 2022

3.3.2. Desvio da média de temperatura registada nas medições itinerantes de temperatura

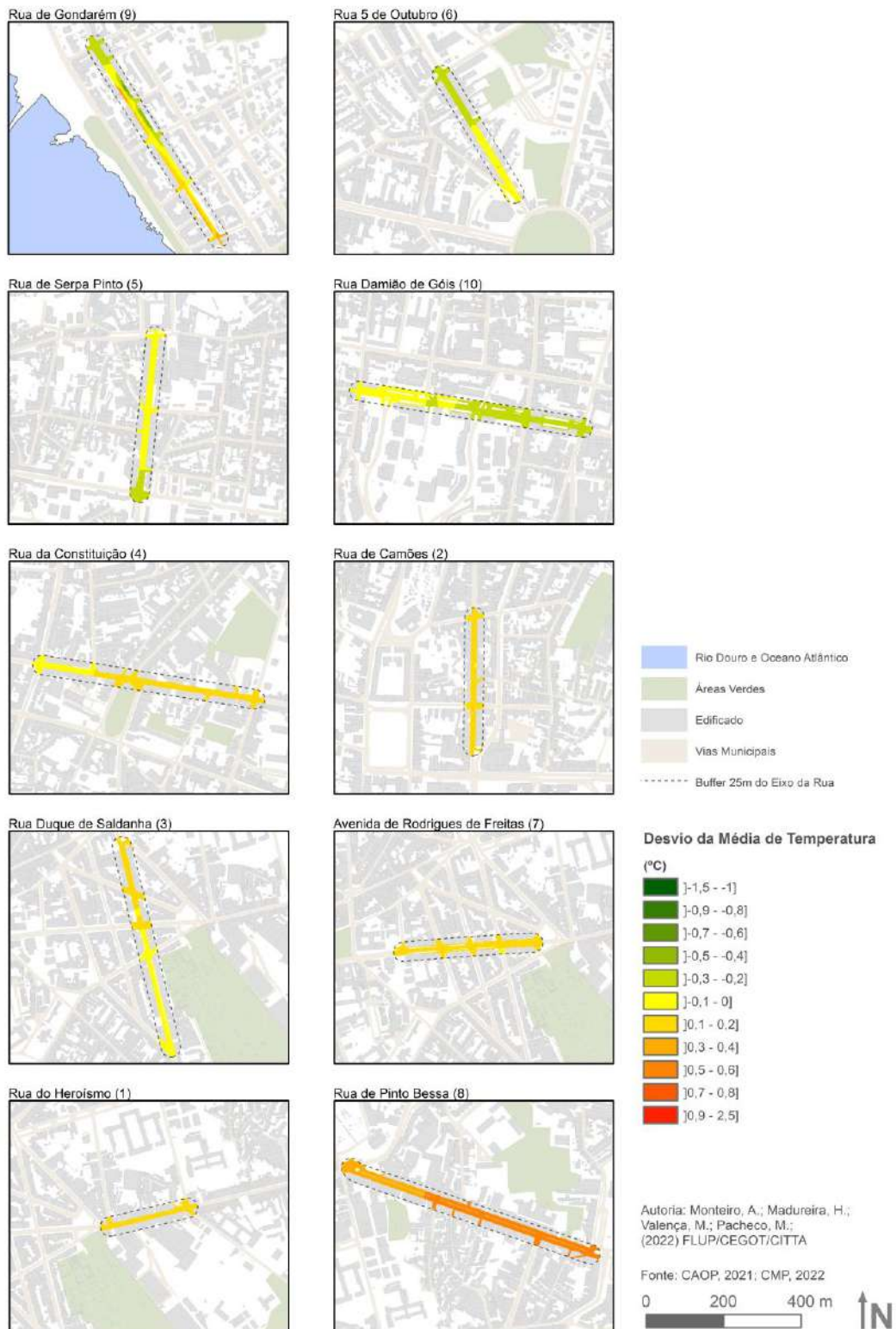


Figura 3.18 - Desvio da média de temperatura registada nas medições itinerantes de temperatura.

3.4. Análise individual dos potenciais benefícios bioclimáticos da arborização em cada uma das 10 ruas-protótipo

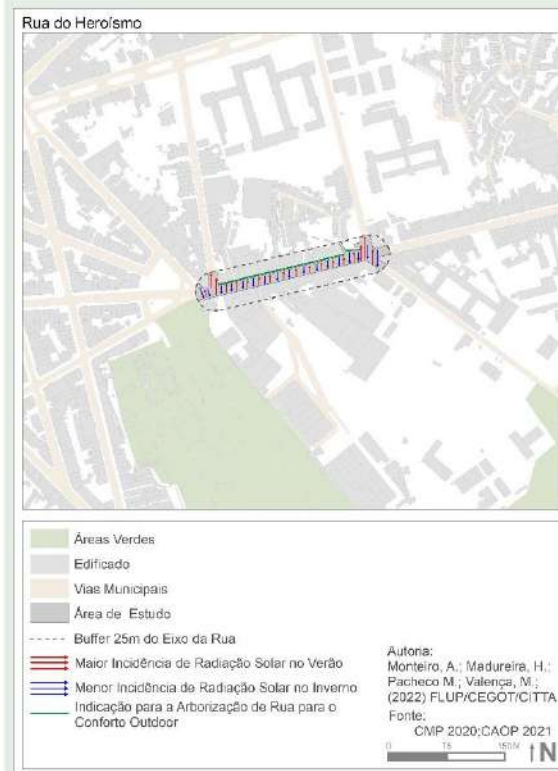
3.4.1. Rua do Heroísmo

Caracterização:

- Rua com orientação aproximada Este-Oeste.
- Troço delimitado pelas ruas António Granjo e António Carneiro.
- Rua estreita e não arborizada.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores muito elevados (0,8-1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, junto às fachadas voltadas a sul registam-se valores entre 5000 e 6000 Wh/m² e às fachadas voltadas a norte entre 3500 e 5000 Wh/m²; b) no solstício de Inverno, junto às fachadas voltadas a norte registam-se valores entre 0 e 250 Wh/m² e junto das fachadas voltadas a sul entre 1000 e 1500 Wh/m²; c) nos equinócios, junto das fachadas voltadas a norte registam-se valores de 250 a 500 Wh/m² e junto das fachadas voltadas a sul de 2000 a 4000 Wh/m².
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é predominantemente de 10 a 14h; b) no solstício de Inverno é de 0 a 2h junto das fachadas voltadas a norte e de 4 a 8h junto das fachadas voltadas a sul; c) nos equinócios, é de 0 a 6h junto às fachadas voltadas a norte e de 8 a 12h junto das fachadas voltadas a sul.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores entre 2,1°C a 2,3°C e junto às fachadas voltadas a norte, de 2,4°C a 2,6°C; b) no Inverno, junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores de -1,1°C a 0°C e junto das fachadas voltadas a norte, de -2,5°C a -1,2°C.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “moderado” no Verão e “elevado” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre 0,1°C e 0,2 °C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *potencialmente positivos* na maior parte da via, e *indeterminados* nalguns pontos centrais.



Recomendações:

- Arborizar a via junto às fachadas voltadas a sul.
- Não arborizar a via junto das fachadas voltadas a norte, exceto esporadicamente com caducifólias.
- A arborização não interferirá negativamente na ventilação deste troço, principalmente se for apenas de um lado da rua.

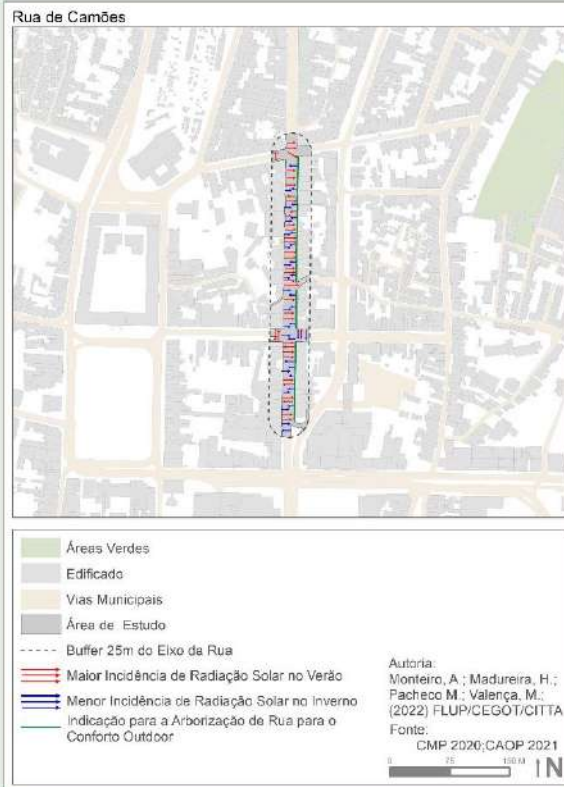
3.4.2. Rua de Camões

Caracterização:

- Rua com orientação de Norte-Sul.
- Troço delimitado pela rua Dr. Alfredo Magalhães e a rua do Paraíso.
- Rua de largura média, atualmente não arborizada.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores heterogêneos (entre 0,2 e 1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, os valores oscilam maioritariamente no intervalo de 5500 a 6000 Wh/m² e nalguns pontos centrais intermitentes entre 2000 e 2500 Wh/m²; b) no solstício de Inverno, verifica-se uma grande amplitude de valores, contudo destaca-se o intervalo de 0 a 250 Wh/m²; c) nos equinócios, verifica-se também uma grande amplitude de valores, de 1500 a 4000 Wh/m².
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é de 10 a 14h junto das fachadas voltadas a oeste e de 4 a 10h na restante via; b) no solstício de Inverno, é de 8 a 10h junto das fachadas voltadas a oeste e de 0 a 8h junto das fachadas voltadas a este; c) nos equinócios, é de 8 a 12h junto das fachadas voltadas a oeste e de 2 a 8h na restante área da via.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão registam-se valores de 3,9°C a 4,9°C; b) no Inverno, registam-se valores compreendidos entre 0,1°C e 1,0°C.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “muito reduzido” no Verão e “moderado” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre 0,1°C e 0,2 °C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** Comportamento díspar, sendo *potencialmente negativos* no centro da via, *potencialmente positivos* nos cruzamentos e junto às fachadas voltadas a oeste e *indeterminados* na restante parte da via.



Recomendações:

- Arborizar a via junto às fachadas voltadas a oeste, com árvores de copa mais reduzida, para não condicionar a circulação do ar.
- Não arborizar a via junto às fachadas voltadas a este, exceto esporadicamente com caducifólias.

3.4.3. Rua do Duque de Saldanha

Caracterização:

- Rua de orientação Norte-Sul.
- Troço delimitado a norte pelo Campo 24 de Agosto e sul pela rua do Duque de Palmela.
- Rua de largura média, parcialmente arborizada.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores médios a muito elevados (0,4-1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, na parte norte da via até ao cemitério do Prado do Repouso, a radiação oscila entre 3500 a 6000 Wh/m², enquanto na parte sul prevalecem valores entre 3000 e 5000 Wh/m²; b) no solstício de Inverno, a parte norte regista valores de 0 a 500 Wh/m² e a parte sul de 250 a 750 Wh/m²; c) nos equinócios, a parte norte regista valores entre 1500 e 3500 Wh/m² e a parte sul entre 1000 e 3000 Wh/m².
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é de 6 e 12h na parte norte da via, até ao cemitério do Prado do Repouso, e de 4 a 10h na parte sul da via; b) no solstício de Inverno, é de 0 a 4h na parte norte e de 2 a 6h na parte sul da via; c) nos equinócios, é de 4 a 10h na parte norte da via e de 4 a 8h na parte sul da via.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, registam-se valores no intervalo de 2,7°C a 2,9°C na parte norte da via e de 2,1°C a 2,6°C no restante troço; a) no Inverno, registam-se valores no intervalo de -1,1°C a 0°C na parte norte da via e de -2,5°C a -1,2°C no restante troço.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “moderado” e “muito reduzido” no Verão e “elevado” e “moderado” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre -0,1°C e 0,2°C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *indeterminados* na maior parte da rua.



Recomendações:

- Arborizar a via junto às fachadas voltadas a oeste, sobretudo na parte da via a norte do cruzamento com a Rua Joaquim de António de Aguiar.
- A arborização atual na área mais a sul, compreendida entre a Rua Joaquim António de Aguiar e a Rua do Duque de Palmela, considera-se inadequada.

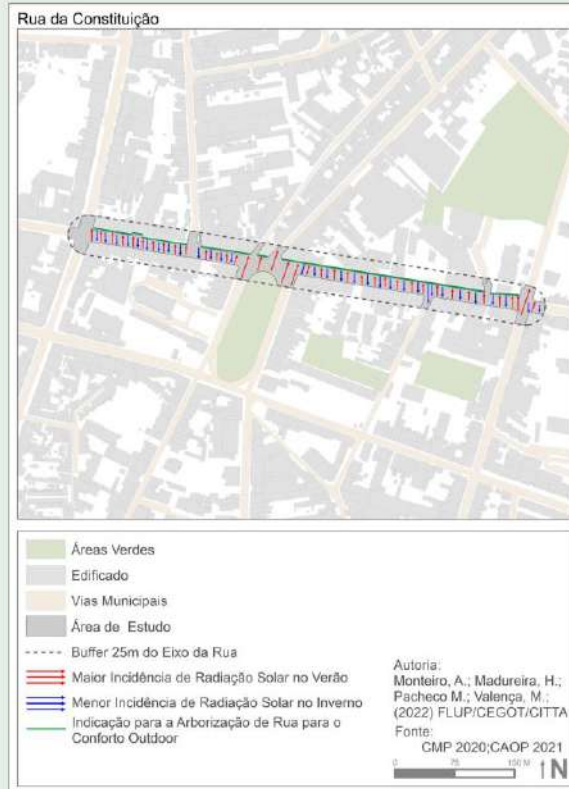
3.4.4. Rua da Constituição

Caracterização:

- Rua com orientação predominante de Este-Oeste e de largura média.
- Troço delimitado pela rua de Faria Guimarães e pela rua da Alegria.
- O troço de rua ainda não se encontra arborizado.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores elevados a muito elevados (0,6 a 1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, regista valores de 4500 a 6000 Wh/m² registando-se no eixo central os menores valores; b) no solstício de Inverno, os valores são muito baixos junto às fachadas voltadas a norte e junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores entre 250 e 1500 Wh/m²; c) nos equinócios, registam-se valores de 2000 a 4000 Wh/m², com valores mais altos junto às fachadas voltadas a sul.
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é de 12 a 14h junto às fachadas voltadas a norte e de 6 a 12h junto das fachadas voltadas a sul; b) no solstício de Inverno, apresenta valores mais elevados perto da praça do Marquês, com valores entre as 4 e as 8h, sendo que na restante via se registam valores maioritariamente entre as 0 e as 2h; c) nos equinócios, as horas de incidência solar direta concentram-se sobretudo entre as 4 e as 10h, com manchas pontuais no intervalo de 10 a 12h.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, registam-se valores de 4,2°C a 4,9°C; b) no Inverno, junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores de 0,1°C a 0,6°C, e junto das fachadas voltadas a norte de 0,7°C a 1,2 °C.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “muito reduzido” no Verão e “moderado” e “muito reduzido” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre -0,1°C e 0,2°C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *potencialmente positivos* na maior parte da rua e *indeterminados* nalguns setores pontuais.



Recomendações:

- Arborizar a via junto às fachadas voltadas a sul.
- Não arborizar a via nas fachadas voltadas a norte, exceto esporadicamente com caducifólias.

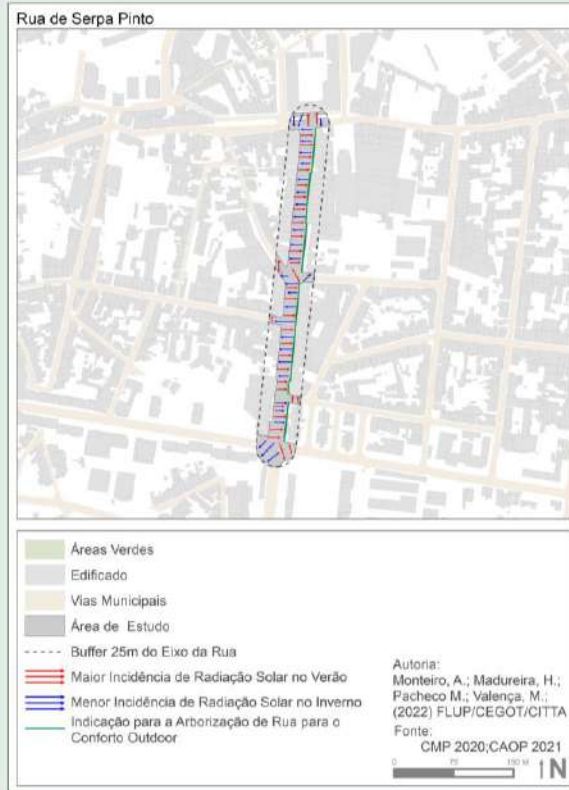
3.4.5. Rua de Serpa Pinto

Caracterização:

- Rua com orientação Norte-Sul e de largura média.
- Troço compreendido entre as ruas de S. Dinis e da Constituição.
- Este troço de rua ainda não se encontra arborizado

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores elevados a muito elevados (0,6 e 1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, apresenta valores entre os 3500 e os 5500 Wh/m² junto das fachadas voltadas a oeste e nalguns outros pontos descontínuos de 5500 a 6000 Wh/m²; b) no solstício de Inverno, regista o mesmo padrão, sendo a radiação mais elevada junto das fachadas voltadas a oeste, com valores entre 250 e 750 Wh/m²; c) nos equinócios, regista os valores incluídos entre 1500 e 3500 Wh/m².
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é de 8 a 14h junto às fachadas voltadas a oeste e de 4 a 10h junto às fachadas voltadas a este; b) no solstício de Inverno, é de 4 a 8h junto das fachadas voltadas a oeste e de 0 a 4h junto das fachadas voltadas a este; c) nos equinócios, é de 8 a 12h junto das fachadas voltadas a oeste e de 4 a 8h junto das fachadas voltadas a este.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, regista valores compreendidos entre os 4,2°C e os 4,9°C; b) no Inverno, apresenta valores compreendidos entre os 0,9°C e os 1,2°C.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “reduzido” no Verão e “muito reduzido” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre -0,3°C e 0,0 °C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *indeterminados* na maior parte via e *potencialmente positivos* nalgumas manchas na parte sul e junto às fachadas voltadas a oeste.



Recomendações:

- Arborizar a via em ambos os lados junto do cruzamento entre a rua de Serpa Pinto e a rua da Constituição.
- Arborizar a via junto às fachadas voltadas a oeste.
- Não arborizar a via junto às fachadas voltadas a este, exceto se for com caducifólias ou espécies com copa reduzida.

3.4.6. Rua de Cinco de Outubro

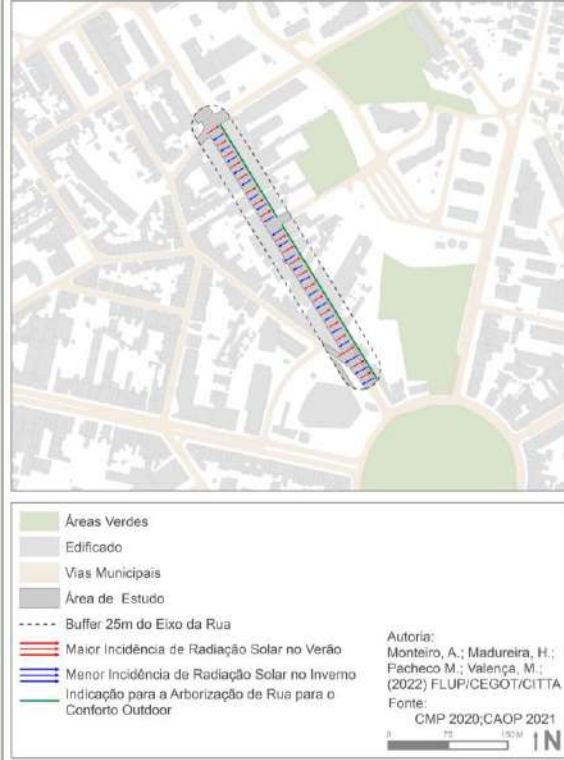
Caracterização:

- Rua larga com orientação de Noroeste-Sudeste.
- A rua encontra-se arborizada com uma espécie perenifólia.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores médios a elevados (0,4-0,8).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, apresenta valores mais elevados, entre 3500 e 6000 Wh/m², junto das fachadas voltadas a sudoeste; b) no solstício de Inverno, junto às fachadas voltada a nordeste registam-se valores entre 0 e 250 Wh/m² e no restante troço valores entre 250 e 750 Wh/m²; c) nos equinócios, registam-se valores de 1500 a 3500 Wh/m², sendo mais elevados junto às fachadas voltadas a sudoeste.
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, apresenta um padrão descontínuo numa amplitude de 6 a 12h; b) no solstício de Inverno, é de 2 a 4h junto às fachadas voltadas a sudoeste e de 0 a 2h junto às fachadas voltadas a nordeste; c) nos equinócios, é predominantemente de 2 a 8h, com alguns pontos a atingirem as 10h.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, registam-se valores compreendidos entre os 3,9°C e os 4,1°C; b) no Inverno, registam valores entre 0,7°C e 1,0°C, valores esses que se distribuem de forma homogénea ao longo da via.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “reduzido” no Verão e “muito reduzido” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre -0,3°C e 0,0 °C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *indeterminados* na maior parte da rua.

Rua 5 de Outubro



Recomendações:

- Arborizar a via e/ou conservar arborização já existente junto às fachadas voltadas a oeste.
- Não arborizar a via nas fachadas voltadas a este, exceto esporadicamente com caducifólias.

3.4.7. Avenida Rodrigues de Freitas

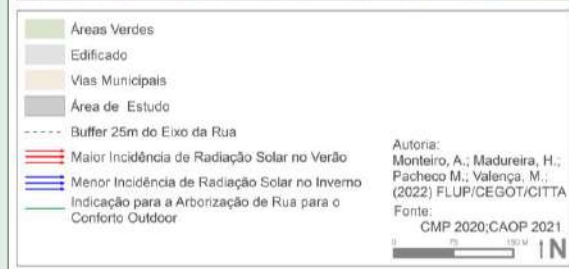
Caracterização:

- Rua larga com orientação predominante de Este-Oeste.
- Rua delimitada pela rua do Visconde de Bóveda e o Largo de Soares dos Reis.
- Este troço já é arborizado em toda a sua extensão.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores médios a muito elevados (0,4-1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de verão, registam-se valores sobretudo no intervalo dos 3500 aos 6000 Wh/m²; b) no solstício de Inverno, as fachadas voltadas a sul registam valores de 1000 a 1500 Wh/m² e junto das fachadas voltadas a norte, de 0 a 250 Wh/m². c) nos equinócios, junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores de 2000 a 4000 Wh/m² e próximo das fachadas a norte, de 250 a 1500 Wh/m².
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é de 8 a 12h junto às fachadas voltadas a sul e de 10 a 14h junto das fachadas voltadas a norte; b) no solstício de Inverno é de 4 a 10h junto das fachadas voltadas a sul e de 0 a 2h junto das fachadas voltadas a norte; c) nos equinócios, é de 8 a 12h junto das fachadas voltadas a sul e de 0 a 6h junto das fachadas voltadas a norte.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, registam-se valores de 2,4°C a 2,9°C; b) no Inverno, a anomalia está entre os -1,1°C e 0,0°C, com exceção de dois segmentos nos extremos da rua com valores de -2,5°C a -1,2°C.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “moderado” e “muito reduzido” no Verão e “elevado” e “moderado” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre 0,1°C e 0,2 °C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *indeterminados* na maior parte da rua e *potencialmente positivos* nalgumas manchas.

Avenida de Rodrigues de Freitas



Recomendações:

- Arborizar a via junto às fachadas voltadas a sul.
- Arborizar a via no seu eixo central.
- Não arborizar a via junto às fachadas voltadas a norte, exceto esporadicamente com caducifólias.

3.4.8. Rua de Pinto Bessa

Caracterização:

- Rua larga com orientação predominante de Noroeste-Sudeste.
- Eixo estruturante pela ligação entre o Bonfim e a Estação Ferroviária de Campanhã.
- Rua não arborizada.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores médios a muito elevados (0,4-1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, os valores são maiores perto do Bonfim (5000 e 6000 Wh/m²) e junto das fachadas voltadas a sudoeste (3500 a 5000 Wh/m²); b) no solstício de Inverno, os valores são maiores junto das fachadas voltadas a sudoeste (1000 a 1500 Wh/m²) do que junto das voltadas a nordeste (0 a 250 Wh/m²); c) nos equinócios, os valores são maiores junto das fachadas voltadas a sudoeste (2000 a 3500 Wh/m²) do que junto das voltadas a nordeste (250 a 1000 Wh/m²).
- **Média das horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é mais elevada perto do Bonfim (10 a 14h), junto das fachadas voltadas a sudoeste (8h a 12h) e junto das fachadas voltadas a nordeste (6 a 14h); b) no solstício de Inverno, é de 2 a 8h junto das fachadas voltadas a sudoeste e de 0 a 2h nas restantes áreas da rua; c) nos equinócios, é de 6 a 10h junto das fachadas voltadas a sudoeste e de 0 a 6h junto das fachadas voltadas a nordeste.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, apresenta valores de 2,4°C a 2,6°C na área a noroeste, de 2,1°C a 2,3°C na parte média da rua e na área mais a oeste e de 1,1°C a 2,0°C, próximo de Estação de Campanhã; b) no Inverno, regista a anomalia de -2,5°C a -1,1°C.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “moderado” no Verão e “elevado” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre 0,3°C e 0,6°C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *indeterminados* na maior parte da rua.



Recomendações:

- Arborizar a via no seu eixo central.
- Não arborizar a via junto às fachadas.

3.4.9. Rua de Gondarém

Caracterização:

- Rua larga com orientação Noroeste-Sudeste.
- Troço Delimitado pela Rua da Agra e a Rua do Molhe.
- Esta via já se encontra arborizada.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores médios a muito elevados (0,4-1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, registam-se valores maioritariamente entre 4000 e 5500 Wh/m², mas que nos cruzamentos podem chegar a 6000wh/m²; b) no solstício de Inverno, as fachadas voltadas a sudoeste registam valores de 250 a 1500 Wh/m² e junto das fachadas voltadas a nordeste, de 0 a 250 Wh/m²; c) nos equinócios, na proximidade das fachadas voltadas a sudoeste registam-se valores de 2500 a 3500 Wh/m² e, junto das fachadas voltadas a nordeste, de 1000 a 1500 Wh/m².
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é de 10 a 14h junto das fachadas voltadas a sudoeste, e de 6 a 10h junto das fachadas voltadas a nordeste; b) no solstício de Inverno, é de 4 a 10h junto das fachadas voltadas a sudoeste e de 0 a 4h junto das fachadas voltadas a nordeste; c) nos equinócios, é de 6 a 10h junto das fachadas voltadas a sudoeste e de 2 a 6h junto das fachadas voltadas a nordeste.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, regista uma anomalia positiva de 0,5°C a 1,0°C; b) no Inverno, registam-se valores compreendidos entre 0,9°C e 1,2°C.
- **Potencial de ventilação da rua:** a rua apresenta classificações de “muito elevado” no Verão e “moderado” no Inverno.
- **Medições itinerantes de temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores díspares, entre -0,7°C e 0,6°C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *indeterminados* na maior parte da rua.



Recomendações:

- Arborizar a via junto das fachadas voltadas a sudoeste.
- Não arborizar a via junto das fachadas voltadas a nordeste, exceto esporadicamente com caducifólias.

3.4.10. Rua de Damião de Góis

Caracterização:

- Rua larga de orientação predominante Este-Oeste.
- Troço delimitado pela rua do Monte Cativo e a rua de São Brás.
- Parcialmente arborizada no eixo central.

Diagnóstico:

- **Sky View Factor:** apresenta valores médios a muito elevados (0,4-1,0).
- **Radiação solar acumulada:** a) no solstício de Verão, junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores médios de 5000 a 6000 Wh/m²; b) no solstício de Inverno, junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores de 1000 a 1500 Wh/m² e junto das fachadas voltadas a norte, de 0 a 250 Wh/m²; c) nos equinócios, junto das fachadas voltadas a sul registam-se valores de 2500 a 3500 Wh/m² e junto das fachadas voltadas a norte de 500 a 1500 Wh/m².
- **Média de horas de incidência solar:** a) no solstício de Verão, é de 10 a 16h nas fachadas voltadas a sul e de 8 a 12h junto das fachadas voltadas a norte; b) no solstício de Inverno, é de 2 a 8h junto das fachadas voltadas a sul e de 0 a 2h junto das fachadas voltadas a norte; c) nos equinócios, é de 8 a 12h junto das fachadas voltadas a sul e de 0 a 4h junto das fachadas voltadas a norte.
- **Anomalias térmicas muito prováveis:** a) no Verão, regista uma anomalia de 4,2°C a 4,9°C; b) no Inverno, apresenta uma anomalia de 0,7°C a 1,2°C na área mais a Este e de 0,1°C a 1,0°C na área mais a Oeste.
- **Potencial de ventilação:** a rua apresenta classificações de “muito reduzido” no Verão e “moderado” no Inverno.
- **Medições itinerantes da temperatura:** o desvio à temperatura média apresenta valores entre -0,3°C e 0,0°C.
- **Benefícios potenciais da arborização:** *indeterminados* na maior parte da rua e *potencialmente positivos* nalgumas manchas.



Recomendações:

- Conservar a arborização já existente nas bolsas de estacionamento da via.
- Arborizar a via junto das fachadas voltadas a sul.
- Não arborizar a via junto das fachadas voltadas a norte.

4. Proposta de intervenção para a Rua do Heroísmo

4.1. Análise da situação existente

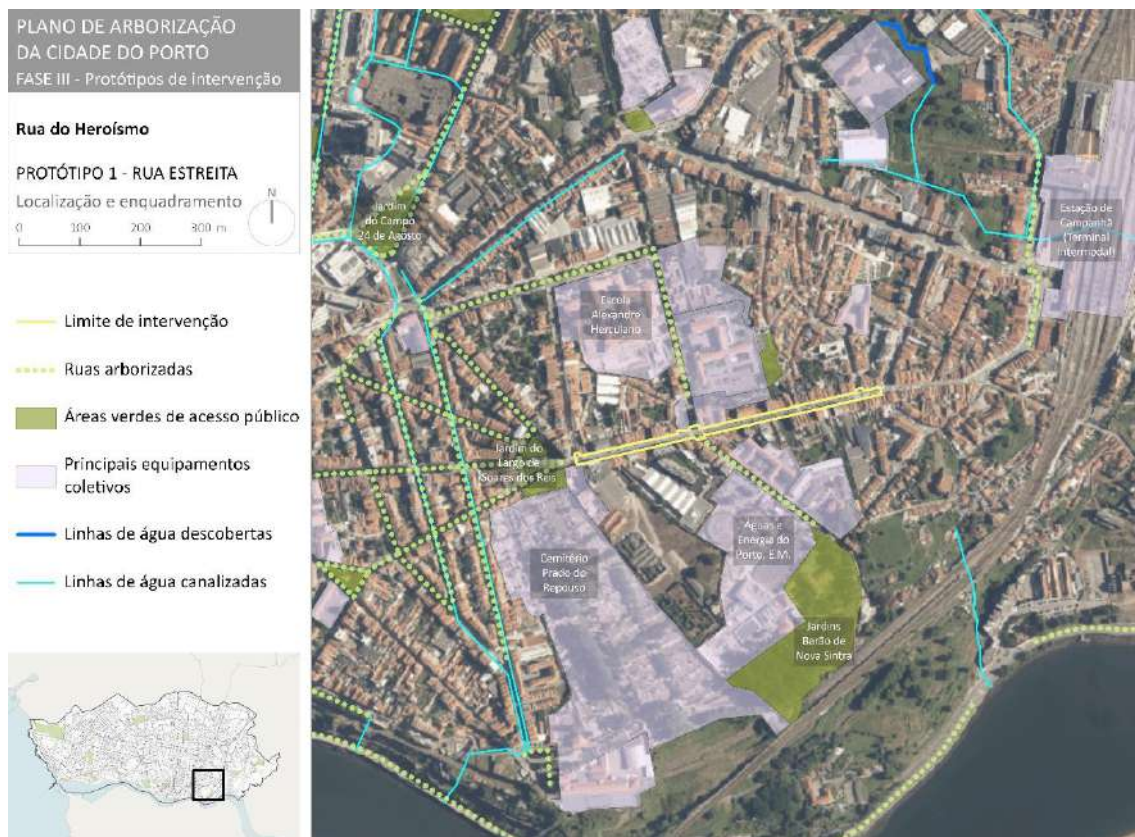


Figura 4.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua do Heroísmo.

Tabela 4.1 – Sumário da situação existente da Rua do Heroísmo.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesia: Bonfim;</p> <p>Zona: centro-oriental;</p> <p>Bacia hidrográfica: atravessa três bacias (mais relevante é Rio Tinto/Ribeira da Lomba);</p> <p>Fisiografia: altitude 90-95m; declive 1%;</p> <p>Orientação: este-oeste.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão (Carta de Estrutura Ecológica); Mobilidade suave: parcialmente incluída na rede pedonal estruturante (percurso eficiente; Carta de Infraestruturas de Modos Suaves);</p> <p>Estrutura viária: classificada como eixo urbano estruturante (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo I (92,7%) e área de equipamentos (7,3%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: área de interesse urbanístico ou arquitetónico – zona residencial de Campanhã (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do troço: 515m;</p> <p>Largura média do troço: 12,7m;</p> <p>Largura média dos passeios: 2m.</p>
Arborização	<p>Estado atual: não arborizada; coberto arbóreo: 0%; área permeável: 0%.</p>
Organização viária	<p>Vias de trânsito: duas, em sentidos opostos;</p> <p>Estacionamento: paralelo, do lado norte da rua.</p>

4.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua do Heroísmo visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao troço em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua do Heroísmo pode ser consultado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Programa para a intervenção na Rua do Heroísmo.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">• Priorizar árvores de copa estreita e pouco densas;• Observar o afastamento mínimo recomendado entre as árvores nos alinhamentos;• Criar faixas contínuas permeáveis• Aumentar a largura dos passeios às dimensões mínimas previstas no PDM;• Otimizar o espaço dedicado à circulação automóvel, mantendo as duas vias de circulação;• Manter os dois sentidos de trânsito;• Reduzir/adequar o estacionamento na rua em relação às características de estrutura viária formuladas no PDM (eixo estruturante);• Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana instalada.

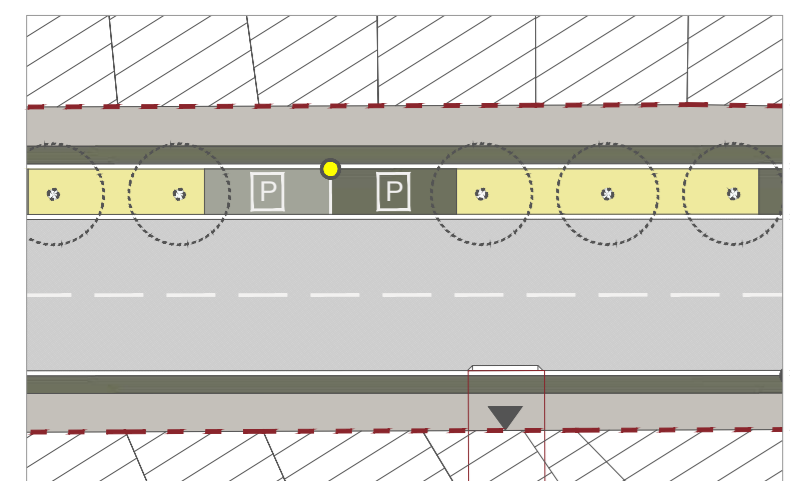
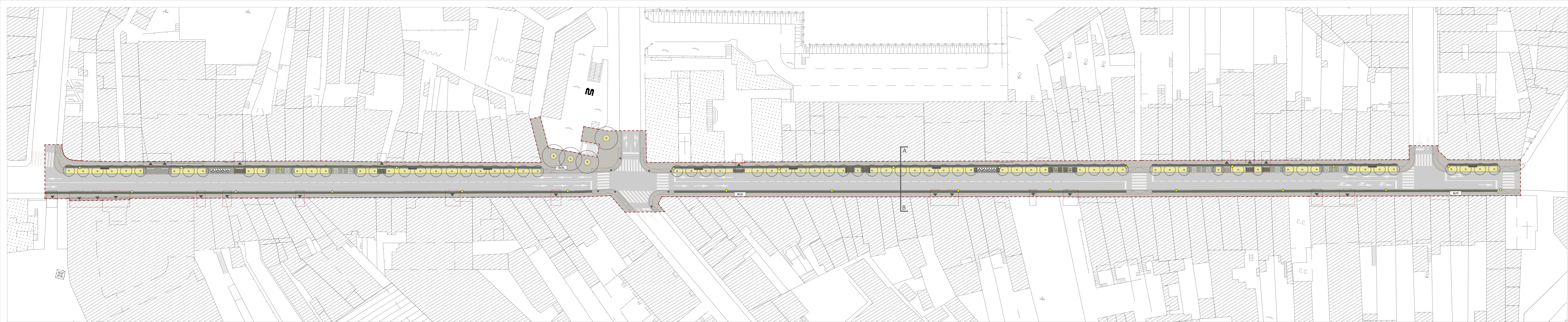
Tratando-se de uma rua estreita, e, portanto, com bastantes constrangimentos de espaço, o “Plano” (Relatório 2) indica apenas uma possibilidade de introdução de elementos arbóreos organizados em alinhamentos. Esta opção é apresentada no **modelo 1: rua estreita com alinhamento unilateral de árvores de copa estreita** (Relatório 2, “Plano”), e a sua aplicação e adequação a um contexto real encontra-se demonstrada na proposta do projeto de arborização para a Rua do Heroísmo.

4.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua do Heroísmo

A proposta de intervenção desta rua materializa-se nas peças gráficas que a seguir se apresentam (Figura 4.2). A sua observação detalhada será feita nas páginas subsequentes.



Figura 4.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua do Heroísmo: a) planta, b) corte, e c) visualizações.



Espaço pedonal
Espaço da arborização
Espaço viário
Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos

- Paragem de autocarros
- Zonas de estadia/ de sentar
- Semáforos
- Iluminação pública

- Árvores de copa estreita (tipo *Ginkgo biloba* 'Fastigiata Blagon', *Liquidambar styraciflua* 'Slender Silhouette', *Fagus sylvatica* 'Dawyck Purple', etc.)
- Árvores de copa média-larga, de pontuação (tipo *Aesculus x carnea* ou *Prunus avium*, etc.)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário

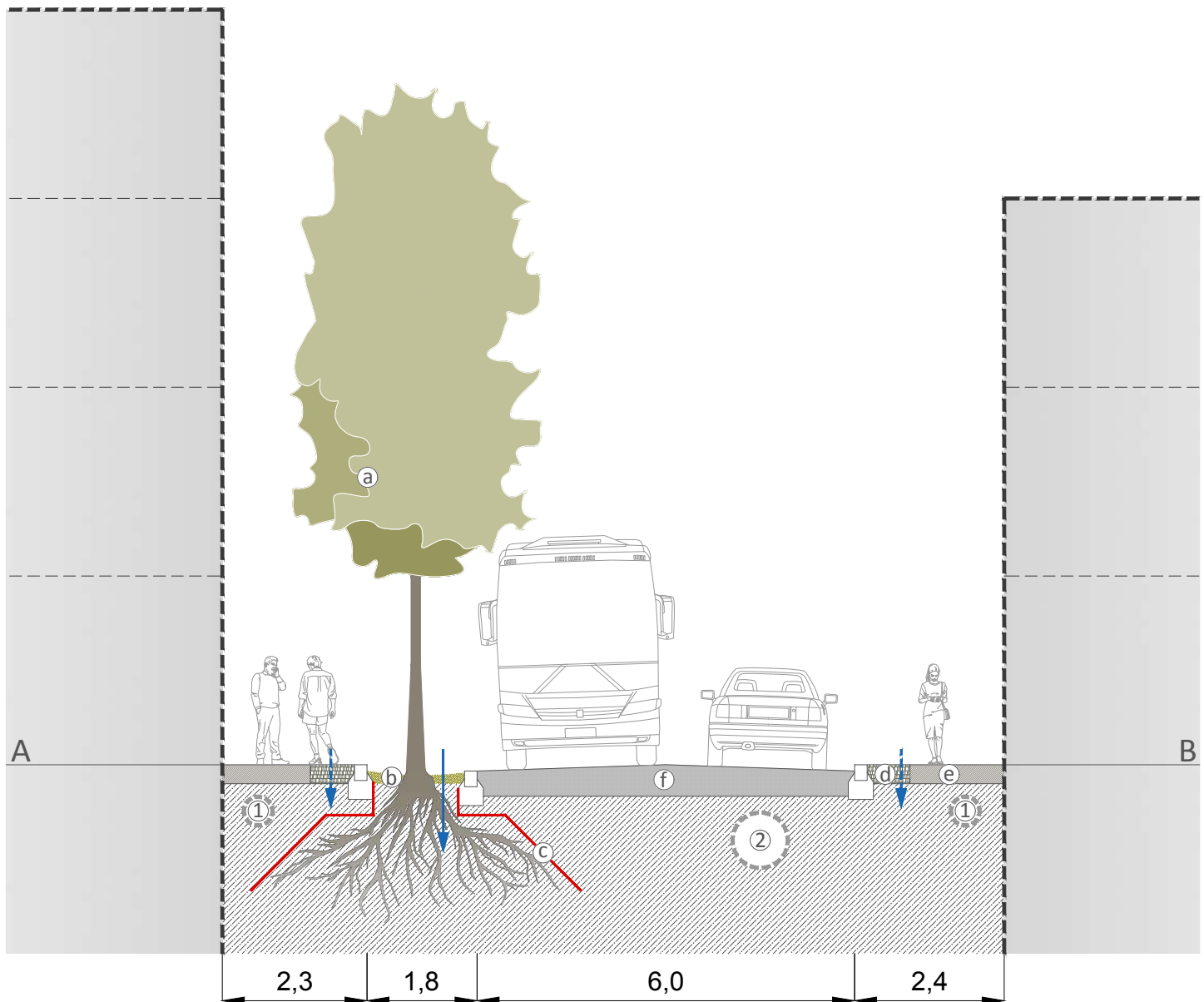
PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua do Heroísmo

PROTÓTIPO 1 - RUA ESTREITA

Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvore de copa estreita (tipo *Ginkgo biloba* 'Fastigiata Blagon', *Liquidambar styraciflua* 'Slender Silhouette', *Fagus sylvatica* 'Dawyck Purple', etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- ▶ Permeabilidade máxima
- - -▶ Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua do Heroísmo

PROTÓTIPO 1 - RUA ESTREITA

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100

0 2 4m

Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua do Heroísmo)



Figura 4.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 4.4 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes).



Figura 4.5 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).



Figura 4.6 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes).

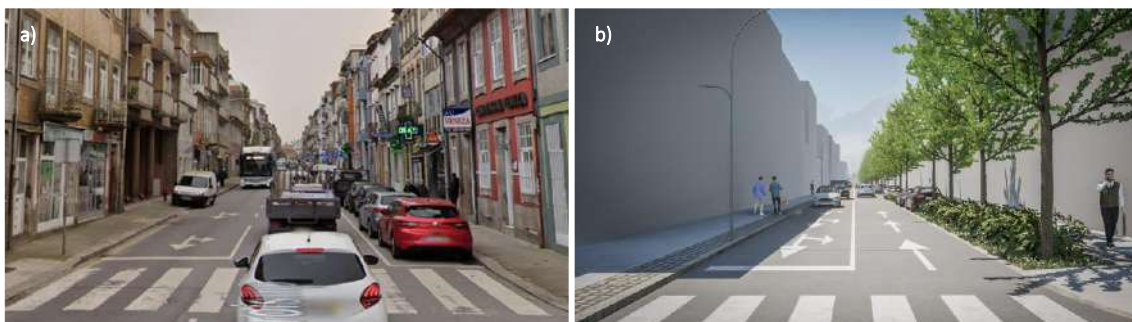


Figura 4.7 - Ilustração comparativa para a Rua do Heroísmo: a) situação existente (fonte: Google, data: 03/2022); b) proposta de intervenção (b).

A proposta de arborização da Rua do Heroísmo pretende trazer a presença da árvore para uma malha urbana antiga e densamente construída. Esta rua é marcada pela intensidade de trânsito e tem também elevada relevância no contexto dos transportes coletivos (autocarro e metro). A sua classificação como eixo urbano estruturante dita uma redução drástica do estacionamento no espaço público da rua, o que possibilita por sua vez a otimização dos espaços permeáveis e dos espaços pedonais. Devido aos constrangimentos de espaço, apenas é possível incluir um espaço para a arborização, posicionado assimetricamente, que deverá acolher árvores de copa estreita, que se pretende que harmonizem a vivência desta rua. A introdução da arborização nesta rua, pertencente à rede pedonal estruturante, ambiciona a promoção dos fluxos pedonais, ao oferecer melhores condições de conforto e segurança ao peão.

Tabela 4.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua do Heroísmo.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	<ul style="list-style-type: none"> Modelo 1: Rua estreita com alinhamento unilateral de árvores de copa estreita.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> Composição assimétrica, marcada por espaço de arborização singular, junto ao limite norte da rua; Largura: maioritariamente com 2,00m (à exceção de um troço central onde varia entre 2,00m e 1,15m). Espaço de arborização localizado no lado norte da rua, para proteger as fachadas viradas a sul, durante o verão, e não ensombrar as fachadas viradas a norte; Relação com malha urbana: cruzamento/espaco parcelar e entroncamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada e limites dos lotes; Condicionantes estruturantes: entradas de garagem, estacionamento, paragens de autocarro e interseções (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> Unilateral, junto ao lado norte da rua; Geralmente descontínuo, manifestando troços com maior continuidade ou unidade.
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade: 1 espécie principal + 1 espécie de pontuação; Alinhamentos constituídos por árvores de copa estreita, como por exemplo <i>Ginkgo biloba</i> 'Fastigiata Blagon', <i>Fraxinus ornus</i> 'Ebben's Column'

	<p><i>Liquidambar styraciflua</i> 'Slender Silhouette' ou <i>Fagus sylvatica</i> 'Dawyck Purple';</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pontuação (junto ao metro) com árvore de copa média-larga, como <i>Aesculus x carnea</i>, <i>Prunus avium</i> ou <i>Acer pseudoplatanus</i> 'Rotterdam'; • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 15,6% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: cerca de 3,25m (varia entre 3,00m e 3,60m); • Compasso de plantaçaõ variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 5,00m entre árvores em faixa permeável contínua; 2) 12,00m entre árvores intercaladas com estacionamento; (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Alternância entre zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas / caldeiras) e zonas semipermeáveis; • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que os espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas. • Área permeável: 7,6% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização; devem ser reservados para cargas/descargas ou para cidadãos com mobilidade condicionada); • Paragens de autocarro; • Equipamentos de deposição de resíduos; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; "rega de pé" na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual⁵); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro);

⁵ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.

Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none">• Passeios junto aos limites laterais da rua: cerca de 2,30m de largura (varia entre 2,25m e 2,45m).
Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none">• Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m);• Concordância altimétrica total com as passareiras.
Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none">• Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio;• Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none">• Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none">• Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua;• Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none">• Uma faixa de rodagem ao centro da rua, com 6,00m de largura total.
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none">• Duas vias de trânsito, destinadas a tráfego misto, que incluem os dois sentidos, com largura de 3,00m cada uma.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none">• Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

5. Proposta de intervenção para a Rua de Camões

5.1. Análise da situação existente



Figura 5.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Camões.

Tabela 5.1 - Sumário da situação existente da Rua de Camões.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesia: localizada na antiga freguesia de Santo Ildefonso (atual União de Freguesias do Centro Histórico do Porto);</p> <p>Zona: central;</p> <p>Bacia hidrográfica: Rio da Vila (sobreposição com linha de água canalizada);</p> <p>Fisiografia: altitude 105-121m; declive 4,7%;</p> <p>Orientação: norte-sul.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: Incluída na rede de conexão e localizada sobre um corredor verde complementar (Carta de Estrutura Ecológica);</p> <p>Estrutura viária: classificada como eixo urbano complementar (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo II (100%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: área de interesse urbanístico ou arquitetónico – Centro Histórico do Porto (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do troço: 337m;</p> <p>Largura média do troço: 14,9m;</p> <p>Largura média dos passeios: 1,7m.</p>
Arborização	<p>Estado atual: não arborizada; coberto arbóreo: 0%.</p>
Organização viária	<p>Vias de trânsito: três vias, duas no sentido norte-sul e uma no sentido sul-norte;</p> <p>Estacionamento: paralelo, do lado oriental da rua.</p>

5.2. Definição do programa e seleção do modelo

Tal como para as restantes ruas-protótipo, a proposta de intervenção visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao troço em estudo da Rua de Camões, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua de Camões pode ser consultado na Tabela 5.2 abaixo.

Tabela 5.2 – Programa de intervenção para a Rua de Camões.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">• Priorizar árvores ripícolas (eficiência de crescimento e beneficiação microclimática);• Observar o afastamento mínimo recomendado entre as árvores nos alinhamentos;• Criar faixas contínuas permeáveis• Aumentar a largura dos passeios às dimensões mínimas previstas no PDM;• Otimizar o espaço dedicado à circulação automóvel, reduzindo o número das vias de circulação (dissuadindo o estacionamento em 2ª fila);• Manter os dois sentidos de trânsito;• Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana instalada.

Para uma rua média de largura entre os 14m e os 15m, o “Plano” sugere duas possíveis soluções: o modelo 2, com alinhamento central de árvore de copa média-larga, e o modelo 3, com alinhamento bilateral de árvore estreita. O modelo 2, com alinhamento central, tem a vantagem de permitir a colocação de uma árvore maior, o que iria potenciar os serviços do ecossistema prestados pela arborização de arruamento; no entanto, neste caso, este modelo de arborização impossibilita a coexistência de estacionamento lateral e de dois corredores para a circulação do veículo de emergência com as dimensões previamente estipuladas (6m de largura), não se ajustando adequadamente às características espaciais e funcionais desta rua. Por outro lado, o **modelo 3**, com **alinhamento bilateral**, permite uma fácil integração de duas bandas de estacionamento nos espaços da arborização sem comprometer a passagem de veículos de emergência, tem um maior potencial para o aumento das áreas permeáveis e sugere um melhor remate e enquadramento da frente urbana confinante. Contudo, as características desta rua permitem a introdução de uma árvore ligeiramente maior do que a prevista no modelo; por este motivo, foi feita uma pequena adaptação do modelo 3, em que se consideraram árvores de copa média-estreita até 5m de largura, tendo sido posicionadas com bastante precisão de modo a minimizar o conflito com as fachadas, permitindo assim a otimização do desempenho ecológico da rua.

5.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Camões

Para a Rua de Camões foram criadas duas propostas de intervenção:

- **Versão 1**, que inclui espaços de arborização com mais área verde e menos estacionamento;
- **Versão 2**, que inclui espaços de arborização com menos área verde e mais estacionamento.

Estas propostas estão representadas num conjunto de peças gráficas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), que se podem consultar nas páginas seguintes com maior detalhe.

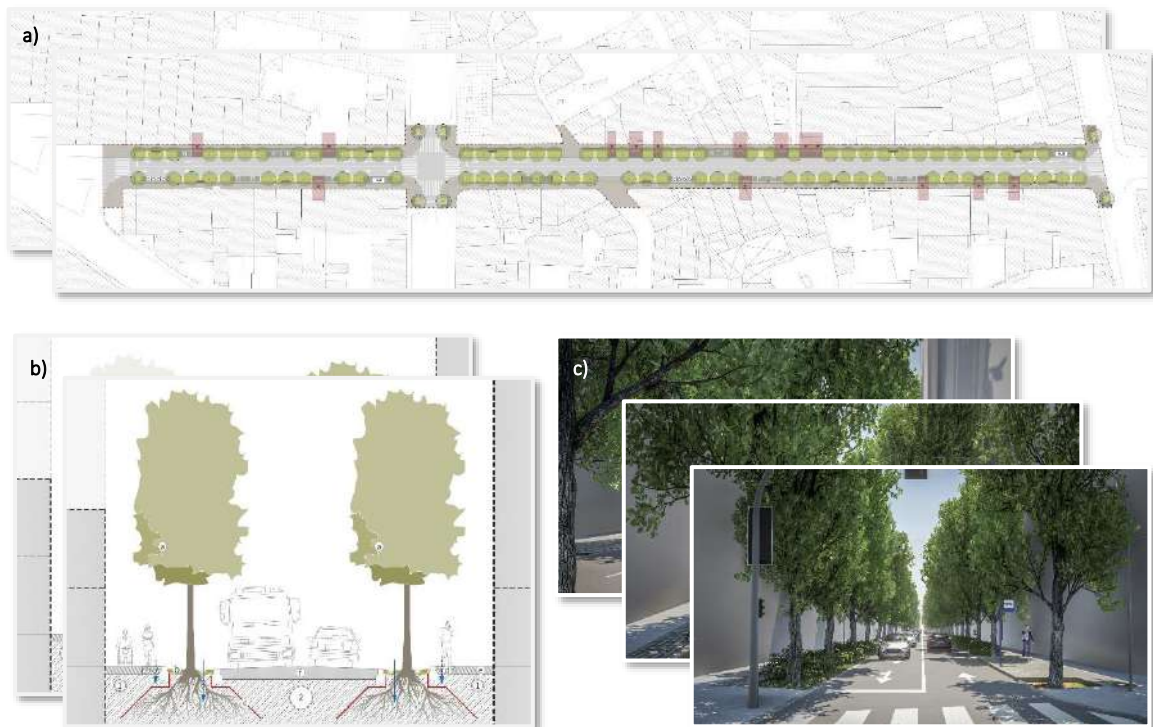
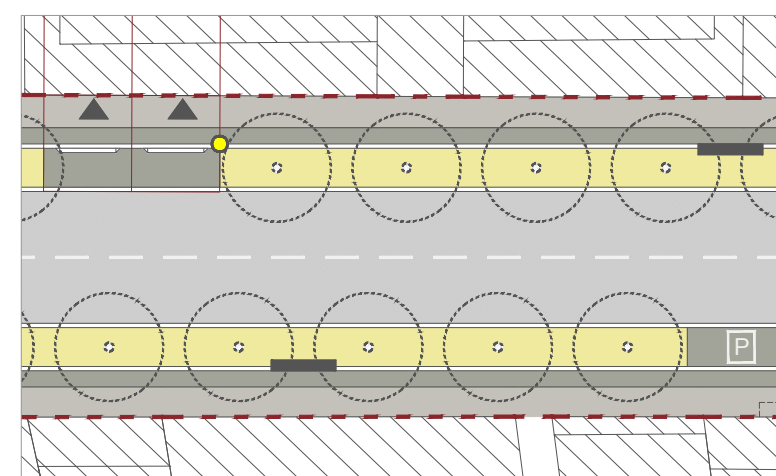
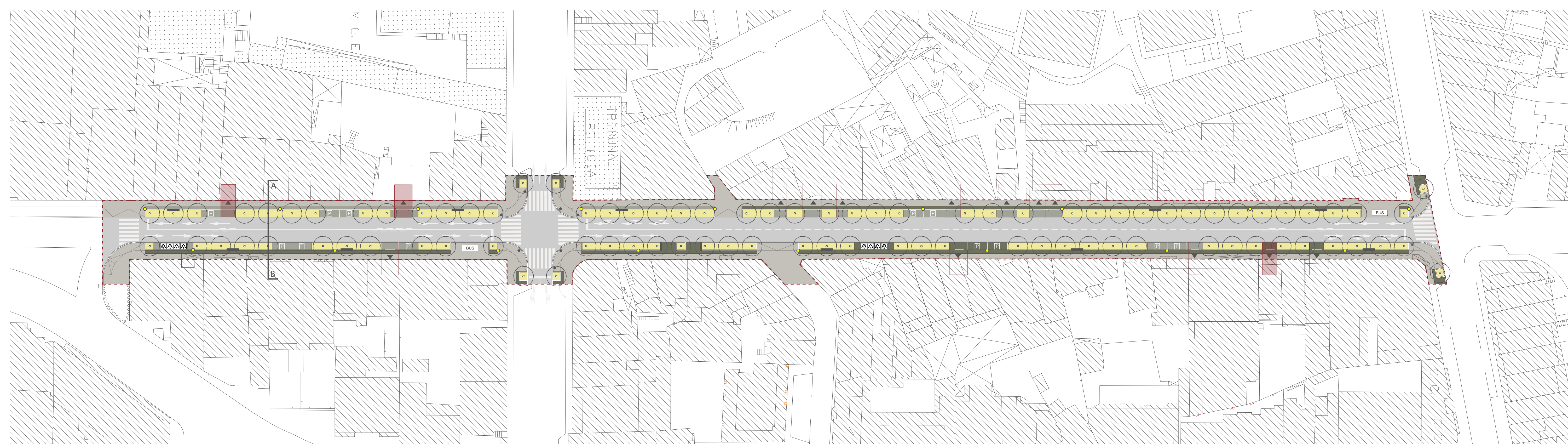




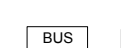






Figura 5.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Camões: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações.

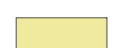


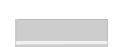


Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

-  Acesso a garagens
-  Passadeiras
-  Estacionamento
-  Resíduos sólidos urbanos

-  Paragem de autocarros
-  Zonas de estadia/ de sentar
-  Semáforos
-  Iluminação pública

 Árvores de copa média-estreita (tipo tipo *Betula pendula* 'Fastigiata', *Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata', *Quercus robur* 'Fastigiata', etc.)

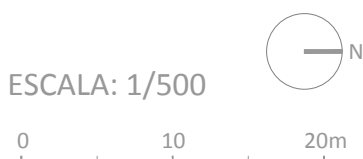
-  Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
-  Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
-  Pavimento pedonal liso
-  Pavimento viário

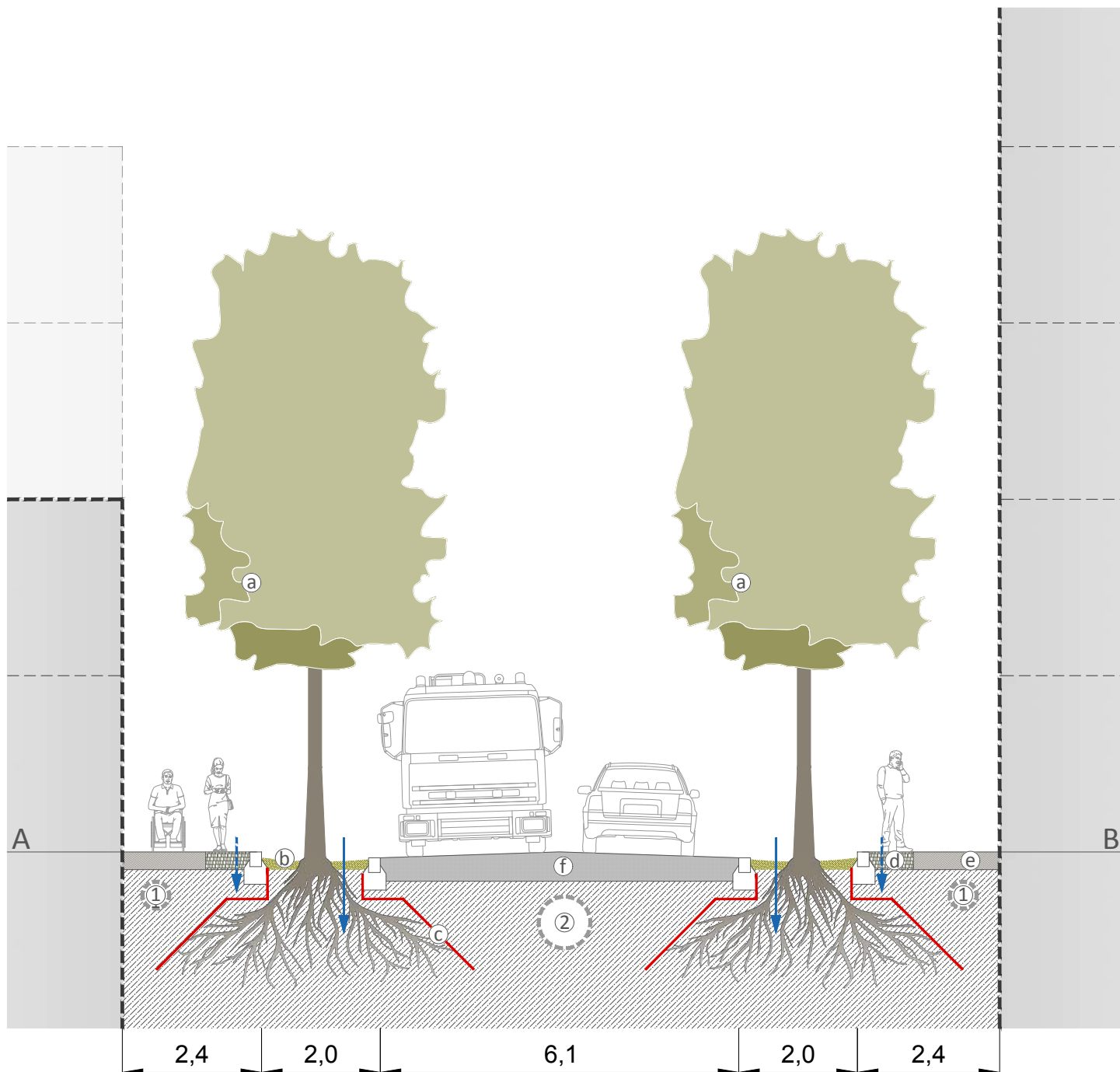
PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Camões (entre R. Paraíso e R. Dr. Alfredo Magalhães)
 PROTÓTIPO 2 - RUA MÉDIA - versão 1

Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-estreita (tipo *Betula pendula* 'Fastigiata', *Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata', *Quercus robur* 'Fastigiata', etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- ▶ Permeabilidade máxima
- - -▶ Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Camões

PROTÓTIPO 2 - RUA MÉDIA - versão 1

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Camões, versão 1)



Figura 5.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



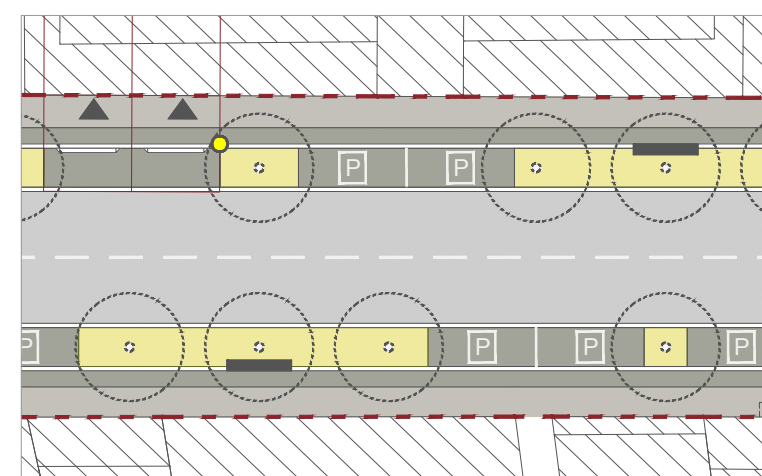
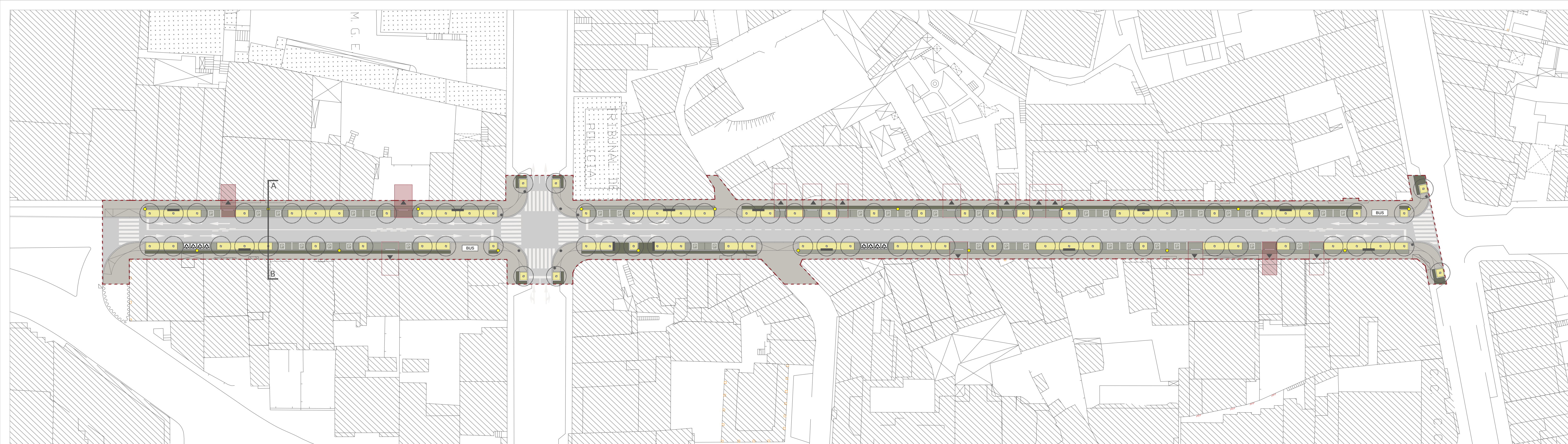
Figura 5.4 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).



Figura 5.5 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).



Figura 5.6 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos

- Paragem de autocarros
- Zonas de estadia/ de sentar
- Semáforos
- Iluminação pública

Árvores de copa média-estreita
 (tipo tipo *Betula pendula* 'Fastigiata',
Liquidambar styraciflua 'Fastigiata',
Quercus robur 'Fastigiata', etc.)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário

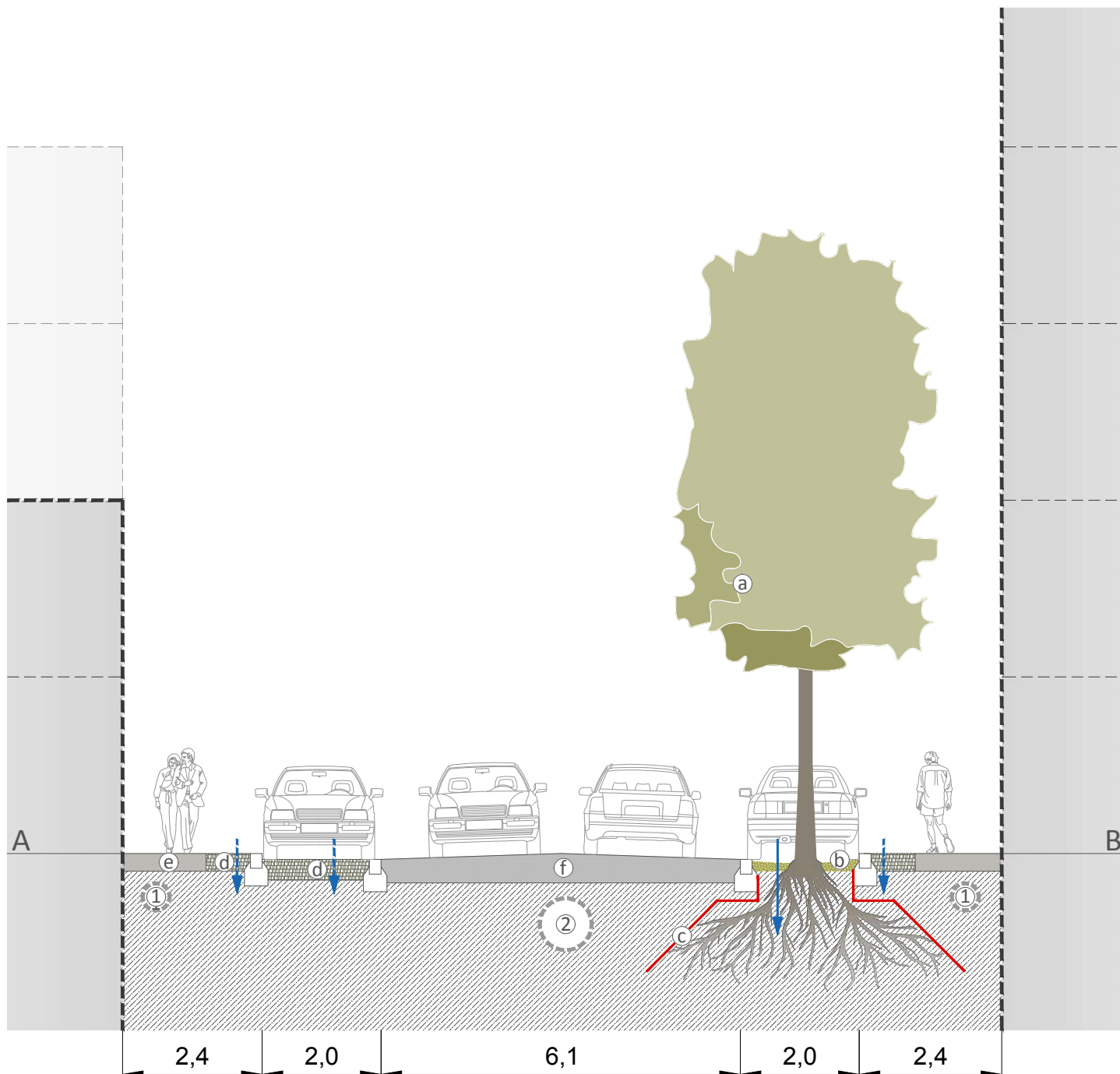
PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Camões (entre R. Paraíso e R. Dr. Alfredo Magalhães)
 PROTÓTIPO 2 - RUA MÉDIA - versão 2

Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-estreita (tipo *Betula pendula* 'Fastigiata', *Liquidambar styraciflua* 'Fastigiata', *Quercus robur* 'Fastigiata', etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- Ⓛ Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- Ⓜ Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Camões

PROTÓTIPO 2 - RUA MÉDIA - versão 2

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100

0 2 4m

Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Camões, versão 2)



Figura 5.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 5.8 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 5.9 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 5.10 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 5.11 - Ilustração comparativa para a Rua de Camões: a) situação existente (fonte: Google, data: 03/2022); b) da proposta de intervenção.

Versão 1

A primeira proposta de intervenção para a Rua de Camões ambiciona otimizar a sua função ecológica, ao maximizar a área permeável e o coberto arbóreo. Deste modo, será mais significativa a promoção da qualidade ambiental, urbanística e paisagística da rua, sobretudo nesta zona central da cidade com falta de espaços verdes de acesso público de proximidade, elevada impermeabilização e situação microclimática pouco favorável para o conforto humano no exterior. Aqui pretende-se estabelecer ligações entre importantes espaços verdes e espaços naturais, beneficiando especialmente os fluxos hidrológicos e de biodiversidade, intenção que se encontra refletida na estrutura ecológica municipal (rede de conexão e corredores verdes).

Versão 2

Esta intervenção na Rua de Camões define-se como a criação de um espaço-canal arborizado, cuja organização e desenho são fortemente condicionados pelo trânsito automóvel intenso, necessidade de estacionamento de apoio a moradores e ao comércio e serviços, e existência de entradas de garagem. Uma nova composição do espaço baseada na introdução da arborização pretende minimizar o carácter opressivo causado pela elevada densidade do edificado em relação à dimensão da rua, desejando aumentar o seu valor ecológico, social e estético.

Tabela 5.3 – Descrição simplificada das propostas de intervenção para a Rua de Camões.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	<ul style="list-style-type: none"> Modelo 3 (ajustado): Rua média com alinhamento bilateral de árvores de copa estreita/média-estreita.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais; Largura: 2,00m. Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com os outros elementos e condicionantes; Relação com malha urbana: cruzamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada (e avançados) e limites dos lotes;

	<ul style="list-style-type: none"> • Condicionantes estruturantes: entradas de garagem, estacionamento, paragens de autocarro e interseções (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> • Bilateral, emparelhado; relativamente descontínuo, devido aos acessos a garagens e interseções com outros arruamentos.
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade: 1 espécie; • Alinhamentos constituídos por árvores de copa média-estreita ou estreita (largura expectável de 5m, aos 20-30 anos), como <i>Quercus robur</i> 'Fastigiata', <i>Fraxinus ornus</i> 'Obelisk', <i>Betula pendula</i> 'Fastigiata', <i>Betula pendula</i> 'Zwitsers Glorie' ou <i>Liquidambar styraciflua</i> 'Fastigiata' (deve ser dada preferência a espécies ripícolas pelo seu potencial de beneficiação microclimática); • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: versão 1 – 30,0%; versão 2 – 25,7% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: cerca de 3,30m (varia entre 3,23m e 3,46m); • Compasso de plantação variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 6,00m entre árvores em faixa permeável contínua; 2) 12,00m entre árvores intercaladas com estacionamento; (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.).
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominado por zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas), intercaladas com algumas zonas semipermeáveis (na versão 2 existem mais faixas semipermeáveis em relação à versão 1, devido à existência de mais estacionamentos); • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que os espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: versão 1 – 14,0%; versão 2 – 9,9% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais parecem não entrar em conflito com o espaço da arborização.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização; devem ser reservados para cargas/descargas ou para cidadãos com mobilidade condicionada); • Paragens de autocarro; • Equipamentos de deposição de resíduos; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excepcional de ramos que

conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual⁶);

• **Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas:**

- 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês);
- 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro);
- 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.

Espaço pedonal	
Composição espacial	• Passeios junto aos limites laterais da rua: 2,40m de largura (varia entre 2,30m e 2,60m).
Relação altimétrica com espaços confinantes	• Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passarelas.
Pavimentos e permeabilidade	• Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, por exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, etc., a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	• Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	• Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elemento de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	• Uma faixa de rodagem ao centro da rua, com 6,10m de largura total
Vias de trânsito (vias de circulação)	• Duas vias de trânsito, destinadas a tráfego misto, uma para cada sentido, com largura de 3,05m cada uma.
Infraestruturas subterrâneas	• Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

⁶ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

6. Proposta de intervenção para a Rua do Duque de Saldanha

6.1. Análise da situação existente

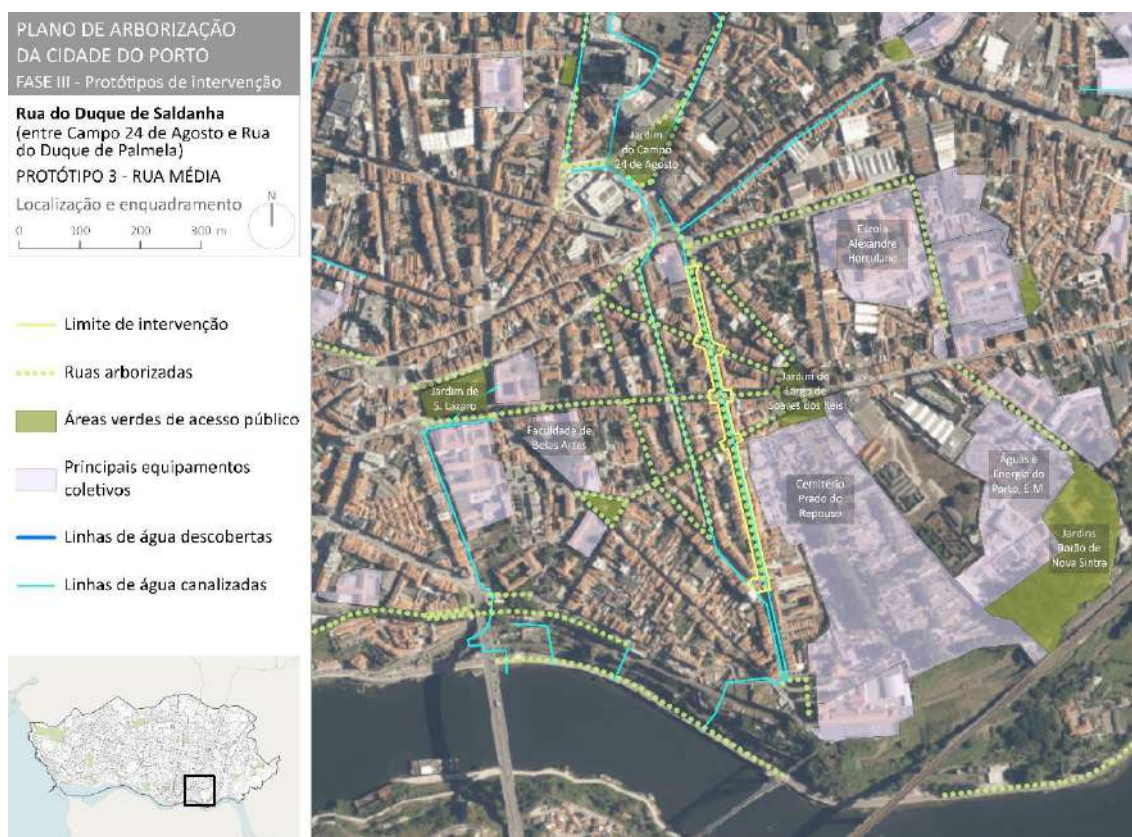


Figura 6.1 – Localização e enquadramento do trecho em estudo da Rua do Duque de Saldanha.

Tabela 6.1 – Sumário da situação existente da Rua do Duque de Saldanha.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesia: Bonfim;</p> <p>Zona: centro-oriental;</p> <p>Bacia hidrográfica: Ribeira Poço das Patas (sobreposição com linha de água canalizada);</p> <p>Fisiografia: altitude 84-96m; declive 2,3%;</p> <p>Orientação: norte-sul.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão e localizada sobre um corredor verde complementar (Carta de Estrutura Ecológica);</p> <p>Mobilidade suave: inserida numa “zona XXI” (programa de requalificação urbana, mobilidade e ambiente; Carta de Infraestruturas de Modos Suaves);</p> <p>Estrutura viária: parcialmente classificada como eixo urbano estruturante, a norte da Av. Rodrigues de Freitas; a sul da Av. Rodrigues de Freitas, classificada como rua de provimento local (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo I (98,2%), área de equipamentos (1,8%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: área de interesse urbanístico ou arquitetónico – Centro Histórico do Porto (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do troço: 549m;</p> <p>Largura média do troço: 14,9m;</p> <p>Largura média dos passeios: 2,5m.</p>
Arborização	<p>Estado atual: arborização associada a desenho urbano de carácter histórico ou referencial; elementos arbóreos com dimensão e/ou posicionamento desadequado;</p>

	Espécie dominante: <i>Aesculus hippocastanum</i> ; Índices: n.º árvores: 62 (11,3 inds/100m); coberto arbóreo: 25,1%.
Organização viária	Vias de trânsito: a norte da R. Joaquim António de Aguiar, duas vias de trânsito de sentido único norte-sul; a sul da R. Joaquim António de Aguiar, duas vias de trânsito nos dois sentidos; Estacionamento: paralelo, de ambos os lados da rua.

6.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua do Duque de Saldanha visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao troço em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua do Duque de Saldanha pode ser consultado na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Programa para a intervenção na Rua do Duque de Saldanha.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Manter/considerar a arborização existente; • Priorizar cultivares de árvores de copa mais estreita de espécies utilizadas em ruas com arborização de carácter histórico; • Observar o afastamento mínimo recomendado entre as árvores nos alinhamentos; • Criar faixas contínuas permeáveis; • Manter a largura dos passeios, garantindo as dimensões mínimas previstas no PDM; • Otimizar a circulação pedonal, eliminando as diferenças de cota entre o espaço pedonal e o espaço viário (em troços classificados como rua de provimento local); • Reduzir o espaço dedicado à circulação automóvel, mantendo uma via de circulação (garantindo as dimensões previstas no PDM); • Considerar apenas um sentido de trânsito; • Reduzir o estacionamento na rua, restringindo-o ao troços da rua caracterizados como rua de provimento local; • Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana existente.

Para uma rua média de largura entre os 14m e os 15m, o “Plano” sugere duas possíveis soluções: o modelo 2, com alinhamento central de árvore de copa média-larga, e o modelo 3, com alinhamento bilateral de árvore de copa estreita. O modelo 2, com alinhamento central, tem a vantagem de permitir a colocação de uma árvore maior, o que iria potenciar os serviços de ecossistema prestados pela arborização de arruamento; no entanto, neste caso, este modelo impossibilita a conciliação com a arborização existente. Por outro lado, o modelo 3, com alinhamento bilateral, permite uma fácil conciliação com esta realidade e a integração de duas bandas de estacionamento nos espaços da arborização sem comprometer a passagem de veículos de emergência; é, também, uma solução com um maior potencial para o aumento das áreas permeáveis e sugere um melhor remate e enquadramento da frente urbana. Contudo, visto que a rua do Duque de Saldanha funciona maioritariamente com um sentido de trânsito, é possível adotar o **modelo 4 (alinhamento bilateral de árvore de copa média-estreita)** considerando que o corredor de emergência funcione socorrendo-se parcialmente do espaço da arborização. Este ajuste ao modelo é possível pois as árvores encontram-se mais afastadas dos limites laterais da rua e não se prevê necessidade de existirem duas vias de trânsito.

6.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua do Duque de Saldanha

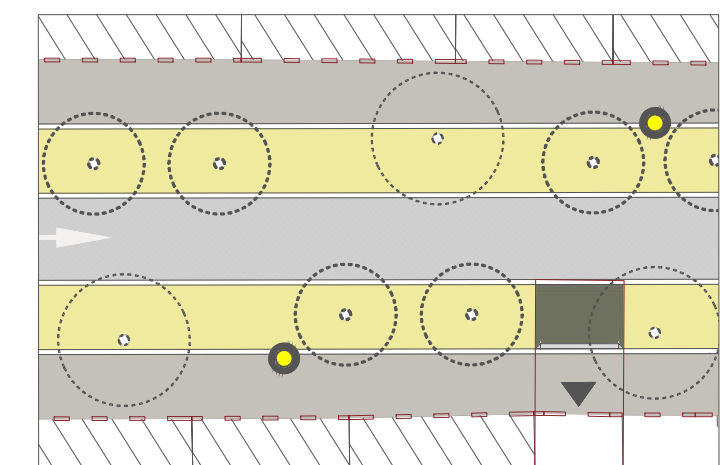
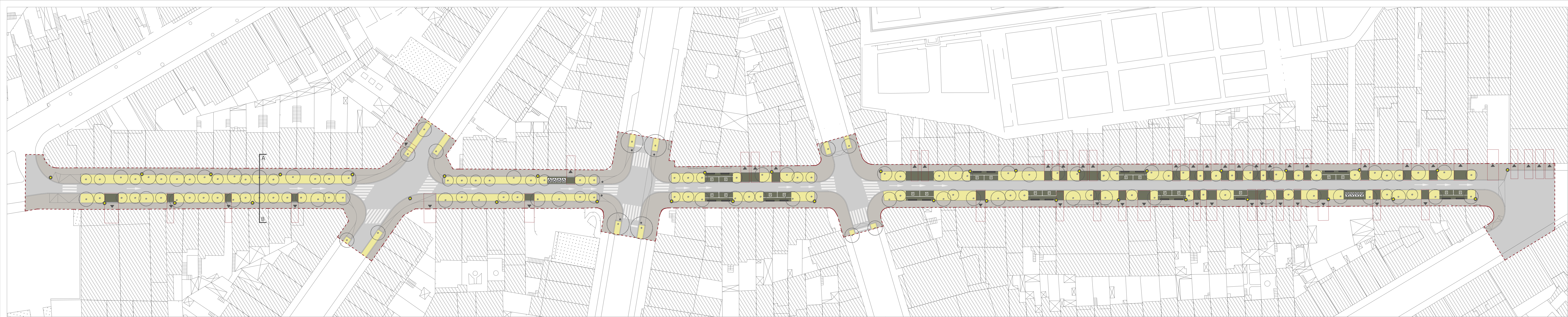
A proposta para a Rua do Duque de Saldanha prevê uma intervenção faseada, em que a nova composição arbórea se intercala, numa primeira fase, com a arborização existente. À medida que as árvores existentes vão sendo removidas, é proposta a introdução de mais elementos arbóreos cuja implantação se deverá adequar ao desenho e organização da proposta final. Por este motivo, são apresentadas duas versões:

- **Versão inicial**, que representa a fase inicial de implantação das novas árvores, que irão ficar intercaladas com as árvores pré-existentis;
- **Versão final**, que representa o final da intervenção, em que todas as árvores atualmente existentes já terão sido removidas e os alinhamentos da nova arborização já estarão estabilizados.

Estas propostas estão representadas num conjunto de peças gráficas (Figura 6.2), que se podem consultar nas páginas seguintes com maior detalhe.



Figura 6.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua do Duque de Saldanha: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações.



Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

Acesso a garagens
 Passadeiras
 Estacionamento
 Resíduos sólidos urbanos

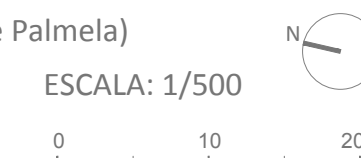
Zonas de estadia/ de sentar
 Semáforos
 Iluminação pública

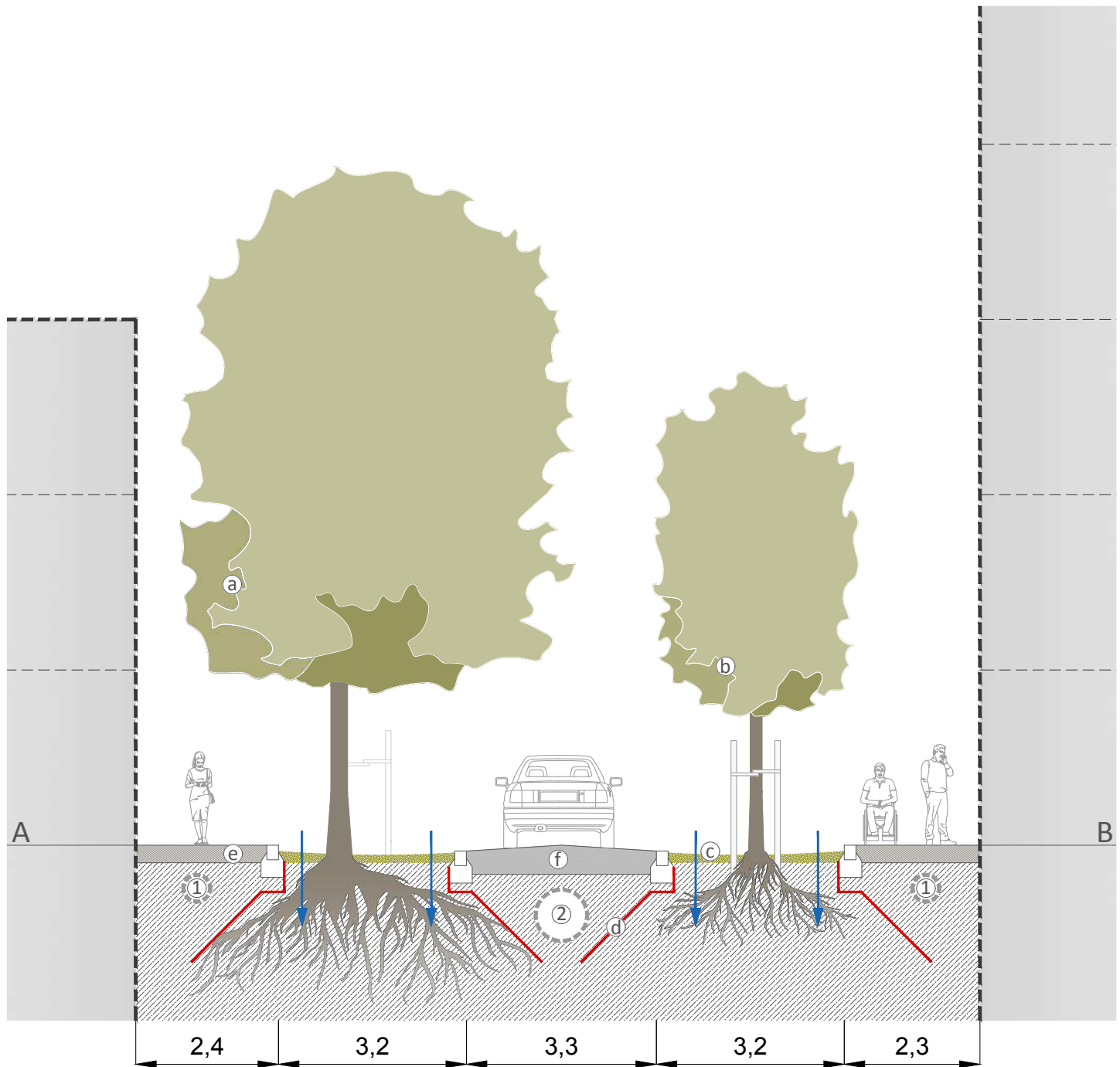
Árvores existentes (espécie dominante *Aesculus hippocastanum*)
 Árvores de copa média-estreita (tipo *Tilia platyphyllos* 'Prince's Street', *Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata', etc.)

Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
 Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
 Pavimento pedonal liso
 Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua Duque de Saldanha (entre Campo 24 de Agosto e R. Duque de Palmela)
 PROTÓTIPO 3 - RUA MÉDIA - versão inicial
 Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores existentes (*Aesculus hippocastanum*)
- Ⓑ Árvores de copa média-estreita, em crescimento (tipo *Tilia platyphyllos* 'Prince's Street', *Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata', etc.)
- Ⓒ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓓ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- ▶ Permeabilidade máxima
- - -▶ Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua Duque de Saldanha

PROTÓTIPO 3 - RUA MÉDIA - versão inicial

Corte transversal para um cenário estimado nos primeiros 5-10 anos

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua do Duque de Saldanha, versão inicial)



Figura 6.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).



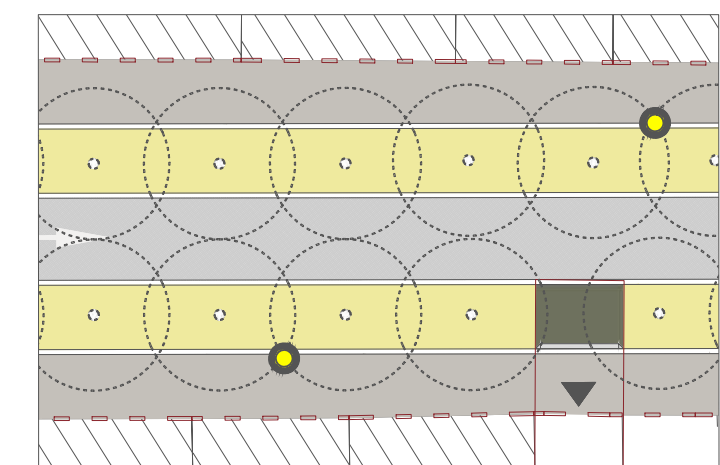
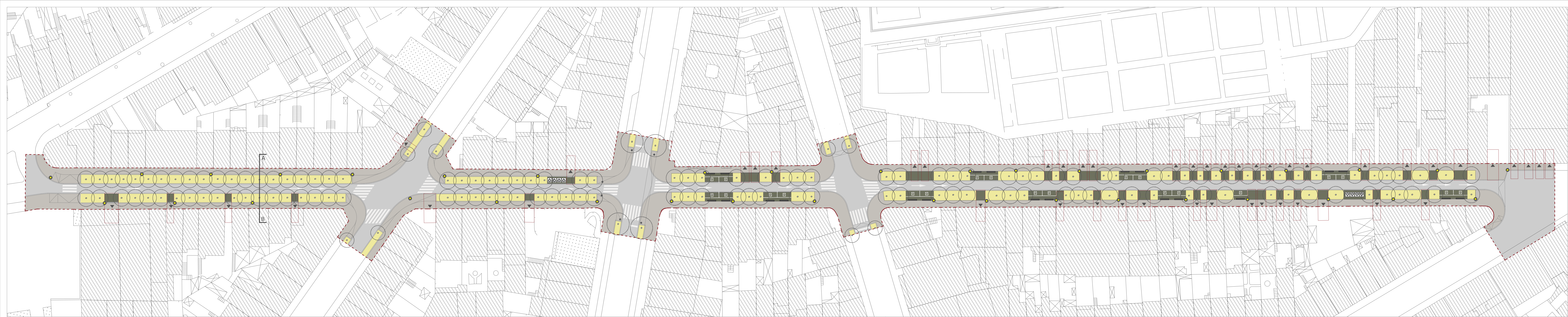
Figura 6.4 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga existentes e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); e espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).



Figura 6.5 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 6.6 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores existentes de copa média-larga e de árvores propostas de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).



Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passeadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos

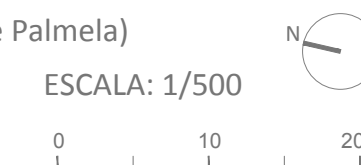
- Zonas de estadia/ de sentar
- Semáforos
- Iluminação pública

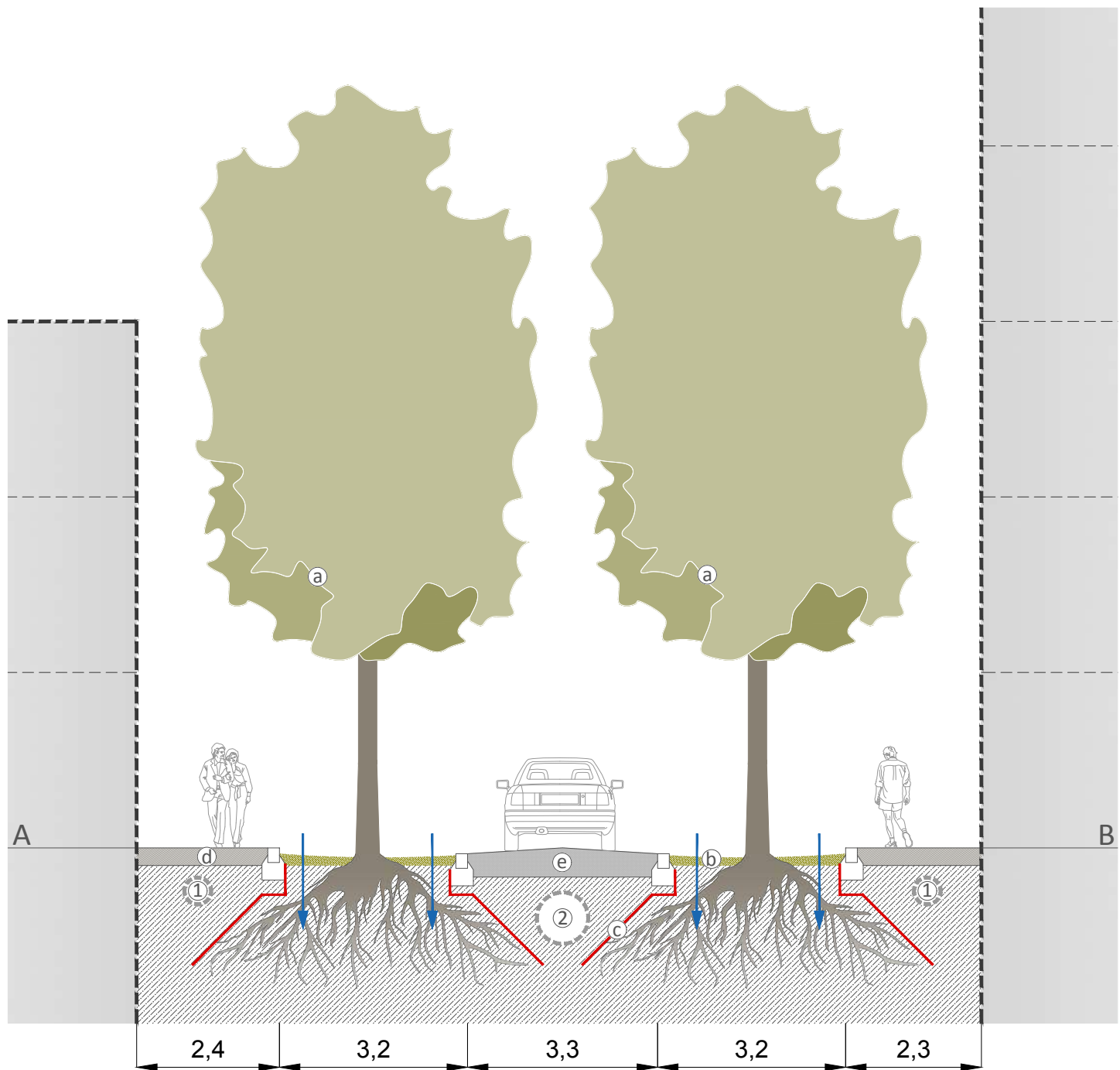
Árvores de copa média-estreita
 (tipo *Tilia platyphyllos* 'Prince's Street',
Aesculus hippocastanum 'Fastigiata', etc.)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua Duque de Saldanha (entre Campo 24 de Agosto e R. Duque de Palmela)
 PROTÓTIPO 3 - RUA MÉDIA - versão final
 Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-estreita (tipo *Tilia platyphyllos* 'Prince's Street', *Aesculus hippocastanum* 'Fastigiata', etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓔ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- ▶ Permeabilidade máxima
- - -▶ Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua Duque de Saldanha

PROTÓTIPO 3 - RUA MÉDIA - versão final

Corte transversal para um cenário plenamente desenvolvido

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua do Duque de Saldanha, versão final)



Figura 6.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).



Figura 6.8 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).



Figura 6.9 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeira; espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 6.10 - Vista a partir do espaço da arborização do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).

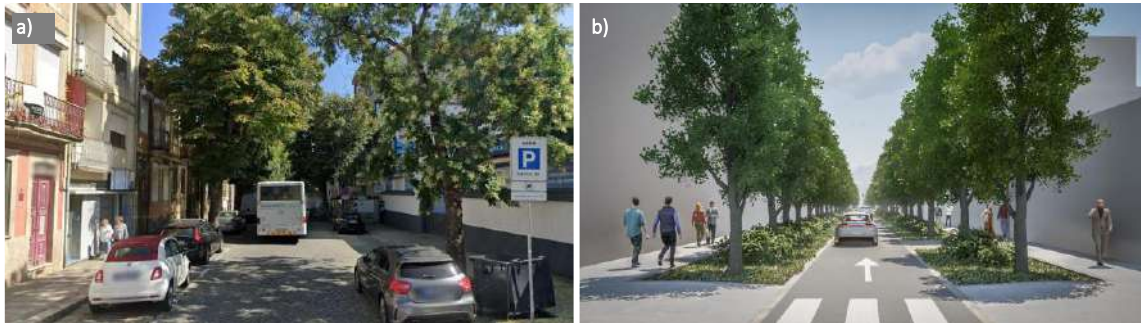


Figura 6.11 - Ilustração comparativa para a Rua do Duque de Saldanha: a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2022); b) proposta de intervenção (versão final).

A proposta de arborização da Rua do Duque de Saldanha é desenvolvida de acordo com duas versões (cenários temporais diferentes e evolutivos). A versão inicial incide sobre a organização e desenho do espaço que mantém algumas das árvores existentes, correspondendo a uma fase inicial de implementação; a versão final já considera uma fase avançada da implementação, na qual as árvores existentes deram lugar aos novos alinhamentos. Esta rua, essencialmente residencial, situada numa “Zona XXI”, é, de acordo com a Carta de Estrutura Viária (CMP, 2021), constituída por dois troços, respetivamente classificados como eixo urbano estruturante e rua de provimento local. Neste contexto, para o troço de eixo estruturante, maximizou-se a presença da árvore e minimizou-se a oportunidade de estacionamento, garantindo sempre os acessos às garagens privadas. No troço correspondente a rua de provimento local a solução adotada tenta encontrar um equilíbrio entre oportunidades de estacionamento e presença da árvore, sendo, no entanto, inevitavelmente menor que no troço anteriormente referido.

Tabela 6.3 – Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua do Duque de Saldanha.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	<ul style="list-style-type: none"> Modelo 4 (ajustado): Rua média com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais; Largura: 3,20m (em média, variando entre 3,00m e 3,50m); Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com outros elementos e condicionantes; Relação com malha urbana: cruzamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; adequação ao edificado existente, do ponto de vista da relação com as fachadas e limites dos lotes; Condicionantes estruturantes: cruzamentos, entradas de garagem e estacionamento (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> Bilateral; emparelhado; relativamente contínuo no troço mais a norte (eixo estruturante), mas mais descontínuo no troço a sul (rua de provimento local, com mais estacionamento).
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade: 1 espécie (+ 1 espécie pré-existente);

	<ul style="list-style-type: none"> • Alinhamentos constituídos por árvores de copa média-estreita, como por <i>Tilia platyphyllos</i> 'Prince's Street', <i>Aesculus hippocastanum</i> 'Fastigiata', <i>Corylus colurna</i> ou <i>Ginkgo biloba</i> 'Tremonia'. • Substituição faseada das árvores pré-existentes (<i>Aesculus hippocastanum</i>) pelas espécies propostas, com ajuste para novo posicionamento; • Estimativa de coberto arbóreo em fase avançada de estabilização da arborização: 36,0% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e limite lateral da rua: cerca de 4,20m; • Compasso de plantação variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 5,00m entre árvores em faixa permeável contínua; 2) 12,00m entre árvores intercaladas com estacionamento; (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas / caldeiras) na metade norte; na metade sul, dominância de zonas semipermeáveis, intercaladas com caldeiras; • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que as dos espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: 19,8% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização); • Equipamentos de deposição de resíduos; • Zonas de estadia; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; "rega de pé" na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual⁷); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro);

⁷ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos.

3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.

Espaço pedonal

Composição espacial • Passeios junto aos limites laterais da rua: 2,40m de largura (variando até aos 2,70m).

Relação altimétrica com espaços confinantes • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m), no troço mais a norte (eixo estruturante); com concordância altimétrica no troço mais a sul (rua de provimento local);
• Concordância altimétrica total com as passadeiras.

Pavimentos e permeabilidade • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio;
• Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, etc., a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.

Infraestruturas subterrâneas • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

Iluminação • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua;
• Elemento de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.

Espaço viário

Composição espacial • Uma faixa de rodagem ao centro da rua, com 3,25m de largura total.

Vias de trânsito (vias de circulação) • Uma via de trânsito automóvel, no sentido norte-sul, com 3,25m de largura.

Infraestruturas subterrâneas • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

7. Proposta de intervenção para a Rua da Constituição

7.1. Análise da situação existente

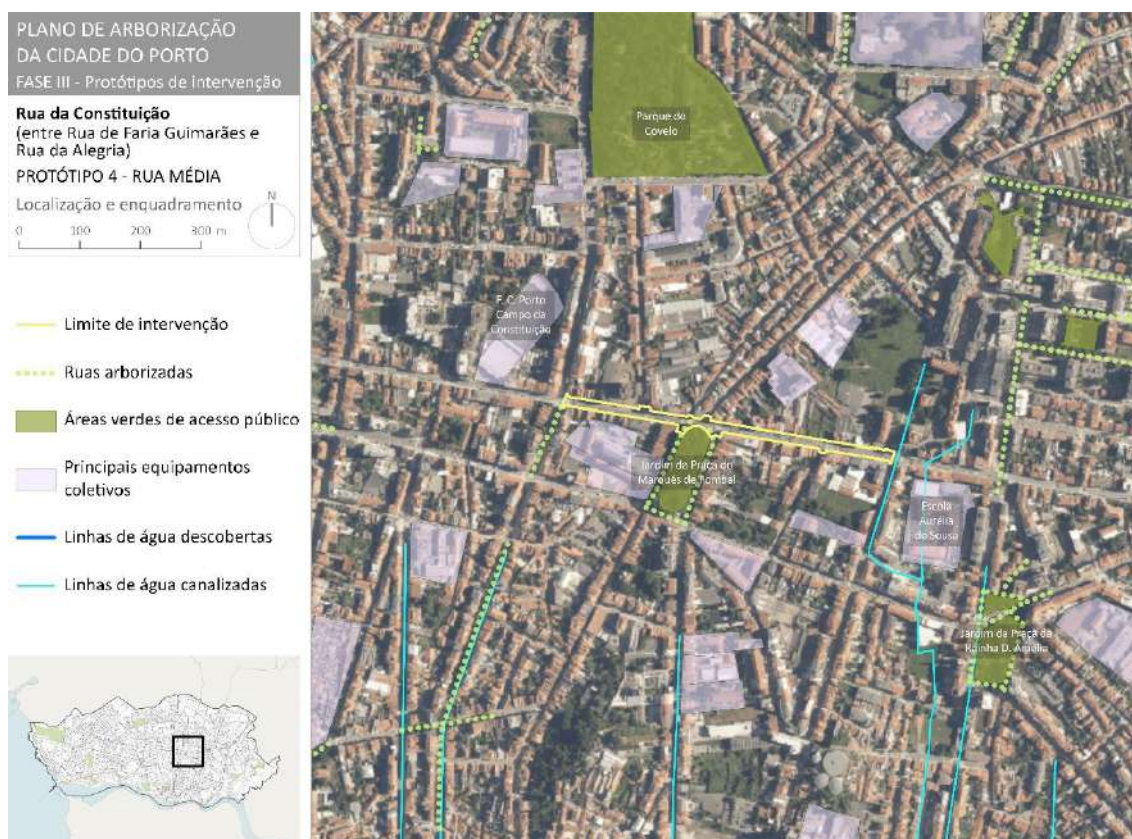


Figura 7.1 – Localização e enquadramento do trecho em estudo da Rua da Constituição.

Tabela 7.1 – Sumário da situação existente da Rua da Constituição.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesias: Bonfim, Paranhos e Sto. Ildefonso (União de Freguesias do Centro Histórico);</p> <p>Zona: central;</p> <p>Bacia hidrográfica: localiza-se na zona de convergência de várias bacias (Poço das Patas, Rio da Vila, Granja e Asprela);</p> <p>Fisiografia: altitude 139-149m; declive 3,1% entre R. Alegria e Pr. Marquês e 2,2% entre Pr. Marquês e R. Faria Guimarães;</p> <p>Orientação: este-oeste.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão (Carta de Estrutura Ecológica); Mobilidade suave: inserida numa “zona XXI” (programa de requalificação urbana, mobilidade e ambiente) (Carta de Infraestruturas de Modos Suaves); inserida na rede de ciclovias do programa “Portugal Ciclável 2030”;</p> <p>Transportes coletivos: incluída na proposta de corredores de autocarro de alta qualidade e de elevada frequência (Carta de Infraestruturas de Transportes Coletivos);</p> <p>Estrutura viária: classificada como eixo urbano estruturante (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo II (59,1%), área de frente urbana contínua do tipo I (25,6%), área de blocos isolados de implantação livre (13,9%) e área verde de fruição coletiva (1,4%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: área de interesse urbanístico ou arquitetónico – Edificado da Rua da Constituição/Combatentes da Grande Guerra /Antas/Rua de La Couture/Bairro Operário das Antas (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	Comprimento do troço: 555m;

	Largura média do troço: 15,2m; Largura média dos passeios: 1,9m entre R. Alegria e Pr. Marquês e 2,6m entre Pr. Marquês e R. Faria Guimarães.
Arborização	Estado atual: não arborizada; coberto arbóreo: 0%.
Organização viária	Vias de trânsito: três vias, de sentido único nascente-poente, entre R. Alegria e Pr. Marquês; duas vias, de sentido único nascente-poente, entre Pr. Marquês e R. Faria Guimarães; Estacionamento: paralelo, do lado sul da rua.

7.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua da Constituição visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao troço em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua da Constituição pode ser consultado na Tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Programa para a intervenção na Rua da Constituição.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar árvores ripícolas (eficiência de crescimento e beneficiação microclimática); • Introduzir árvores de pontuação, em situação de recuo das fachadas e aumento da largura da rua; • Observar o afastamento mínimo recomendado entre as árvores nos alinhamentos; • Aumentar/adequar a largura dos passeios às dimensões mínimas previstas no PDM; • Otimizar o espaço dedicado à circulação automóvel, reduzindo o número das vias de circulação (dissuadindo o estacionamento em 2ª fila); • Manter apenas um sentido de trânsito; • Introduzir uma ciclovia de sentido único (tendo em conta as estratégias do PDM e do Programa Portugal Ciclável 2030); • Reduzir/adequar o estacionamento na rua em relação às características de estrutura viária formuladas no PDM (eixo estruturante); • Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana instalada.

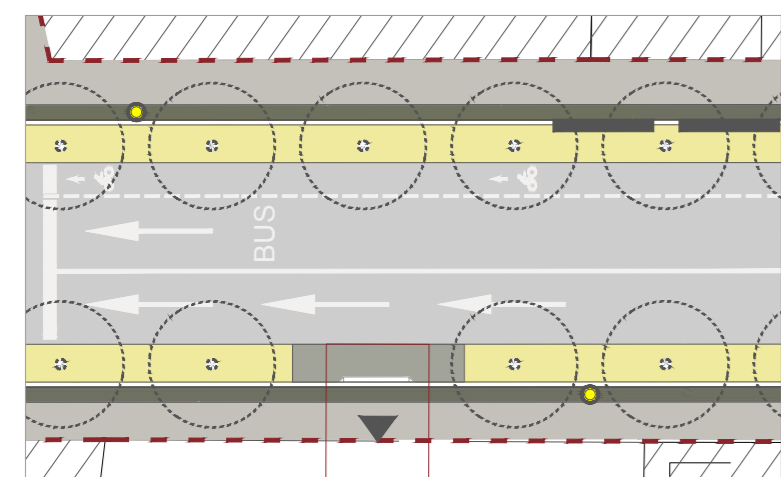
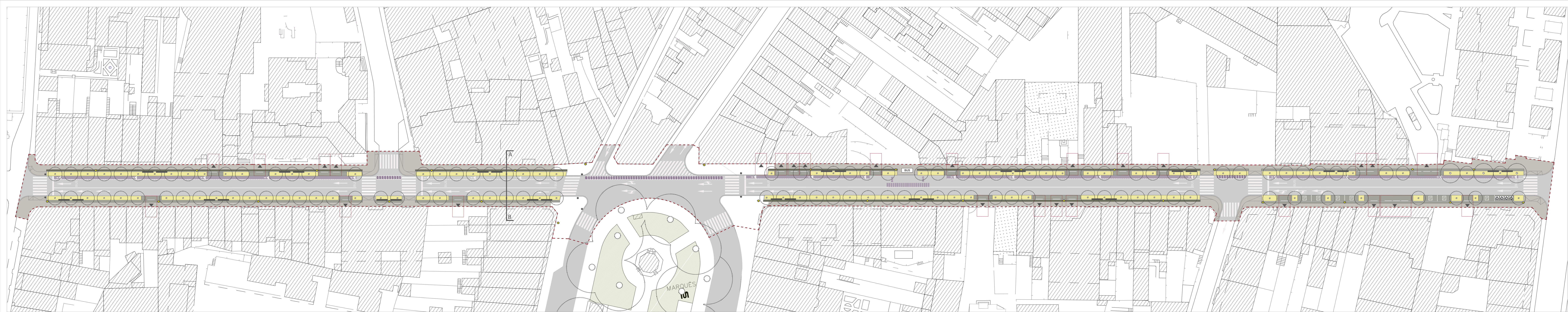
Para uma rua média de largura entre os 15m e os 15,5m, o “Plano” sugere duas possíveis soluções: o modelo 2, com alinhamento central de árvore de copa média-larga, e o modelo 3, com alinhamento bilateral de árvore de copa estreita. O modelo 2, com alinhamento central, tem a vantagem de permitir uma árvore maior, o que iria potenciar os serviços do ecossistema; no entanto, este modelo impossibilita a coexistência de estacionamento lateral e de dois corredores para a circulação do veículo de emergência (6m de largura), não se ajustando adequadamente às características espaciais e funcionais desta rua. Por outro lado, o **modelo 3**, com **alinhamento bilateral**, permite uma fácil integração de duas bandas de estacionamento nos espaços da arborização sem comprometer a passagem de veículos de emergência; tem também um maior potencial para o aumento das áreas permeáveis e sugere uma melhor integração da frente urbana. Contudo, as características desta rua permitem a introdução de uma árvore ligeiramente maior do que a prevista no modelo; por este motivo, foi feita uma adaptação, utilizando-se árvores de copa média-estreita até 5m de largura, posicionadas com precisão de modo a minimizar o conflito com as fachadas. Em situações de recuo das fachadas, utilizaram-se árvores de pontuação de copa média-larga, com largura até 7m, que permitirá introduzir alguma diversidade biológica e estética na rua.

7.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua da Constituição

A proposta de intervenção desta rua materializa-se nas peças gráficas que a seguir se apresentam (Figura 7.2). A sua observação detalhada será possível nas páginas subsequentes.



Figura 7.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua da Constituição: a) planta, b) corte, e c) visualizações.



Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Ciclovía
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos

- Paragem de autocarros
- Zonas de estadia/ de sentar
- Semáforos
- Iluminação pública

- Árvores de copa média-estreita
(tipo *Quercus palustris* 'Green Pillar', *Corylus colurna*, *Alnus glutinosa* 'Pyramidalis', etc.)
- Árvores de copa média-larga, de pontuação
(tipo *Acer rubrum* 'Schlesinger', *Liriodendron tulipifera* 'Fastigiata', etc.)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

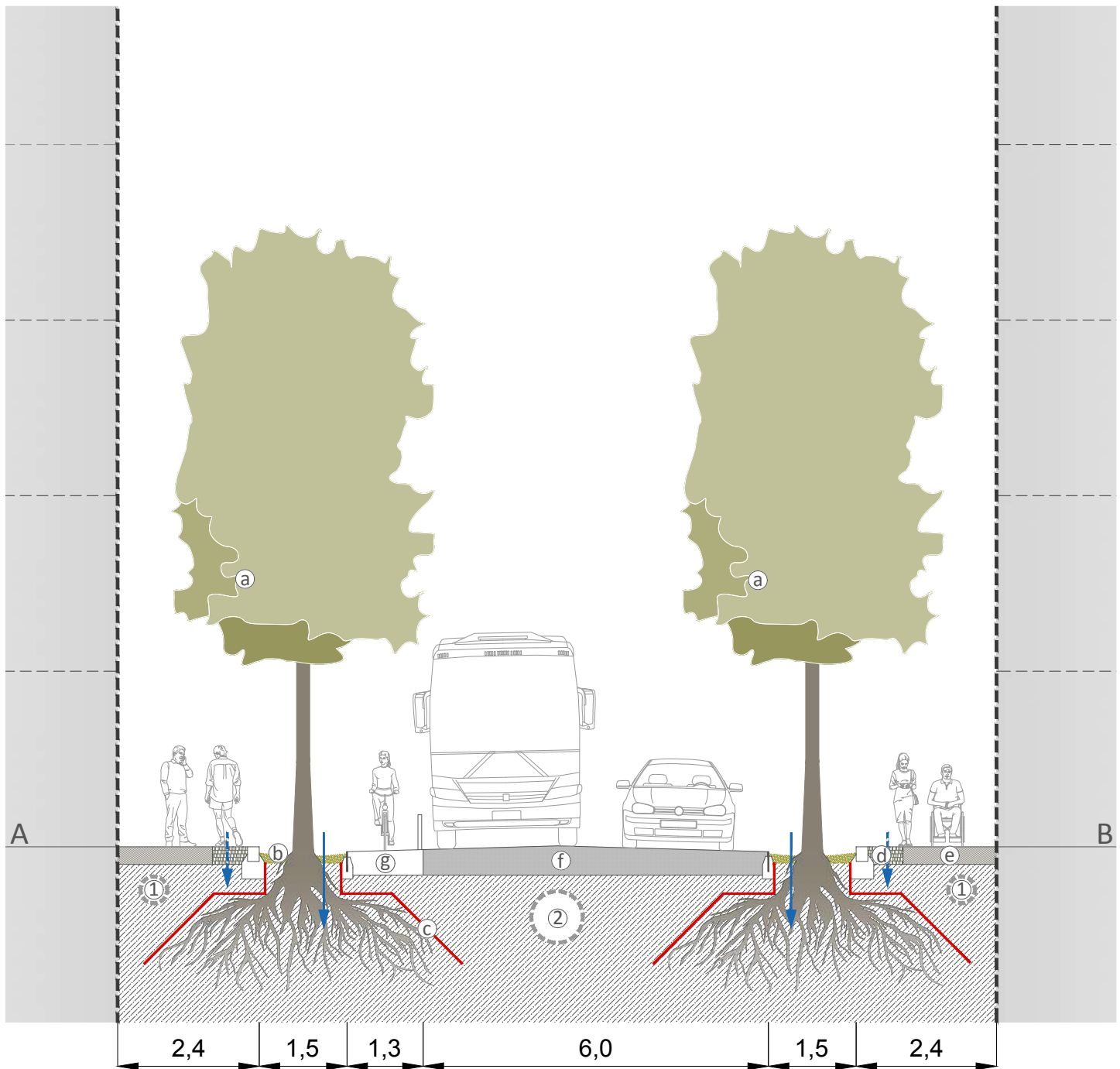
Rua da Constituição (entre R. de Faria Guimarães e R. da Alegria)

PROTÓTIPO 4 - RUA MÉDIA

Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-estreita (tipo *Corylus colurna*, *Quercus palustris* 'Green Pillar', *Alnus glutinosa* 'Pyramidalis', etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- Ⓖ Pavimento para ciclovia
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- ▶ Permeabilidade máxima
- - -▶ Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua da Constituição

PROTÓTIPO 4 - RUA MÉDIA

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100

0 2 4m

Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua da Constituição)



Figura 7.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 7.4 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente).



Figura 7.5 - Vista a partir do espaço de arborização do lado sul da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 7.6 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito e uma ciclovia (sentido nascente-poente).



Figura 7.7 - Ilustração comparativa para a Rua da Constituição: a) situação existente (fonte: Google, data: 08/2021); b) proposta de intervenção.

A Rua da Constituição oferece um desafio acrescido na medida em que se ambiciona acumular múltiplas funções numa rua com pouco espaço público disponível. De facto, a proposta de intervenção assenta na introdução de arborização e área permeável significativa, de modo a que possa cumprir a sua função na estrutura ecológica, em simultâneo com a premissa de manutenção do elevado tráfego automóvel, com especial atenção para a introdução de corredores de autocarros e também de ciclovias.

Tabela 7.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua da Constituição.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	<ul style="list-style-type: none"> Modelo 3 (ajustado): Rua média com alinhamento bilateral de árvores de copa estreita/média-estreita.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais; Largura: varia entre 1,50m e 2,10m. Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com outros elementos e condicionantes; Relação com malha urbana: cruzamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com a existência de um espaço parcelar arborizado de grande dimensão; adequação ao edificado existente, do ponto de vista da relação com as fachadas (e avançados) e limites dos lotes; Condicionantes estruturantes: cruzamentos, espaço parcelar, entradas de garagem, estacionamento e paragens de autocarro (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> Bilateral, maioritariamente emparelhado; troços contínuos alternam com troços mais descontínuos, especialmente ao centro do troço onde surge o espaço parcelar.
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade: 1 espécie principal + 1 espécie de pontuação; Alinhamentos constituídos por árvores de copa média-estreita ou estreita (largura expectável até 5m, aos 20-30 anos), como <i>Quercus palustris</i> 'Green Pillar', <i>Tilia platyphyllos</i> 'Prince's Street', <i>Corylus colurna</i>, <i>Alnus glutinosa</i> 'Pyramidalis' ou <i>Betula pendula</i> 'Zwitsers Glorie' (deve ser dada preferência a espécies ripícolas pelo seu potencial de beneficiação microclimática). Duas árvores de copa média-larga (largura expectável até 7m, aos 20-30 anos), como <i>Liriodendron tulipifera</i> 'Fastigiatum', <i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata', <i>Acer rubrum</i> 'Schlesingeri' ou <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtiberica</i>;

	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 26,3% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: 3,00m; • Compasso de plantação variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 6,00m entre árvores em faixa permeável contínua; 2) 12,00m entre árvores intercaladas com estacionamento; (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas permeáveis, sob a forma de faixas permeáveis contínuas ou caldeiras, ocasionalmente interrompidas por zonas semipermeáveis; • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que as dos espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: 10,8% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização; devem ser reservados para cargas/descargas ou para cidadãos com mobilidade condicionada); • Paragens de autocarro; • Equipamentos de deposição de resíduos; • Zonas de estadia/esplanadas; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual⁸); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.
Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: 2,40m de largura (varia entre 2,20m e 2,70m).

⁸ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passadeiras.
Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, etc., a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elemento de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Uma faixa de rodagem ao centro da rua, com 7,20m de largura total.
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Duas vias de trânsito automóvel, no sentido este-oeste: inclui uma via de tráfego misto (largura: 2,90m) e uma via reservada a autocarros (faixa BUS, largura: 3,10m); • Ciclovia de sentido este-oeste, entre a via de circulação BUS e o espaço de arborização norte (largura 1,20m).
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

8. Proposta de intervenção para a Rua de Serpa Pinto

8.1. Análise da situação existente



Figura 8.1 – Localização e enquadramento do trecho em estudo da Rua de Serpa Pinto.

Tabela 8.1 – Sumário da situação existente da Rua de Serpa Pinto.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesias: Paranhos e Cedofeita (União de Freguesias do Centro Histórico);</p> <p>Zona: centro-norte;</p> <p>Bacia hidrográfica: Ribeira da Granja;</p> <p>Fisiografia: altitude 106-119m; declive 3,4%;</p> <p>Orientação: norte-sul.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão (Carta de Estrutura Ecológica);</p> <p>Estrutura viária: classificada como eixo urbano complementar (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo II (92,4%) e área de edifícios tipo moradia (7,6%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: parcialmente inserida na área de interesse urbanístico ou arquitetónico – Edificado da Rua da Constituição/Combatentes da Grande Guerra /Antas/Rua de La Couture/Bairro Operário das Antas (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do trecho: 388m;</p> <p>Largura média do trecho: 17,5m;</p> <p>Largura média dos passeios: 2,9m.</p>
Arborização	<p>Estado atual: não arborizada; coberto arbóreo: 0%.</p>
Organização viária	<p>Vias de trânsito: duas, em sentidos opostos;</p> <p>Estacionamento: paralelo, de ambos os lados da rua.</p>

8.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua de Serpa Pinto visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao trecho em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua de Serpa Pinto pode ser consultado na Tabela 8.2.

Tabela 8.2 – Programa para a intervenção na Rua de Serpa Pinto.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">• Priorizar árvores ripícolas (eficiência de crescimento e beneficiação microclimática);• Promover diversidade de espécies na rua garantindo sempre o recurso a pequenos conjuntos monoespecíficos;• Introduzir árvores de pontuação, em situação de recuo das fachadas e aumento da largura da rua tal como em interseções com ruas perpendiculares;• Criar faixas contínuas permeáveis;• Aumentar a largura dos passeios para promover a mobilidade pedonal e criar oportunidades de estadia;• Otimizar o espaço dedicado à circulação automóvel, reduzindo a largura das vias de circulação (dissuadindo o estacionamento em 2ª fila);• Manter os dois sentidos de trânsito;• Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana instalada.

Para uma rua média de largura entre os 16,5m e os 17,5m, o “Plano” sugere três possíveis soluções: o modelo 2, com alinhamento central de árvore média-larga; o modelo 3, com alinhamento bilateral de árvore estreita, e o modelo 4, com alinhamento bilateral de árvore média-estreita. O modelo 2, com alinhamento central, tem a vantagem de permitir a colocação de uma árvore maior, o que iria potenciar os serviços do ecossistema prestados pela arborização de arruamento; no entanto, este modelo impede a integração de faixas de estacionamento lateral com o corredor de emergência e dificulta o acesso às propriedades e edifícios com garagem, não se ajustando às características espaciais e funcionais desta rua. Por outro lado, os modelos 3 e 4, com alinhamento bilateral, permitem uma fácil integração de duas bandas de estacionamento nos espaços da arborização sem comprometer a passagem de veículos de emergência e permitem o fácil acesso dos veículos às propriedades e garagens. Estes modelos têm um maior potencial para o aumento das áreas permeáveis e sugerem um melhor remate e enquadramento da frente urbana. A escolha recai sobre o **modelo 4**, com **alinhamento bilateral**, visto que este permite a introdução da maior árvore possível para esta rua (árvore de copa média-estreita), garantindo o afastamento mínimo à fachada. Em momentos de recuo das fachadas, este modelo pode ser adaptado para incluir árvores de largura de copa superior, promovendo melhor desempenho ao nível dos serviços de ecossistema.

8.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Serpa Pinto

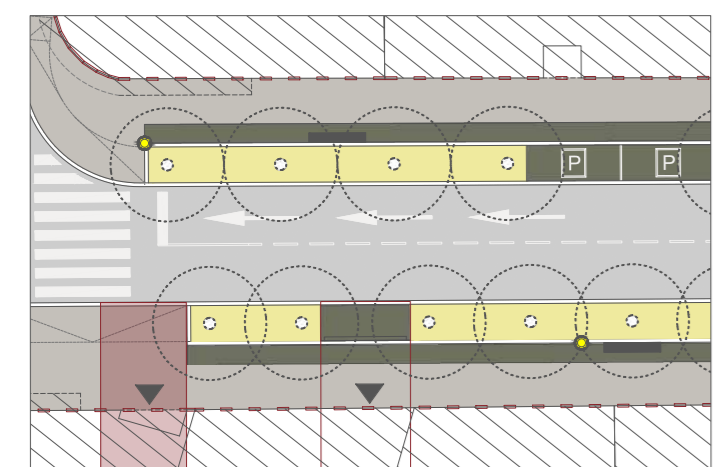
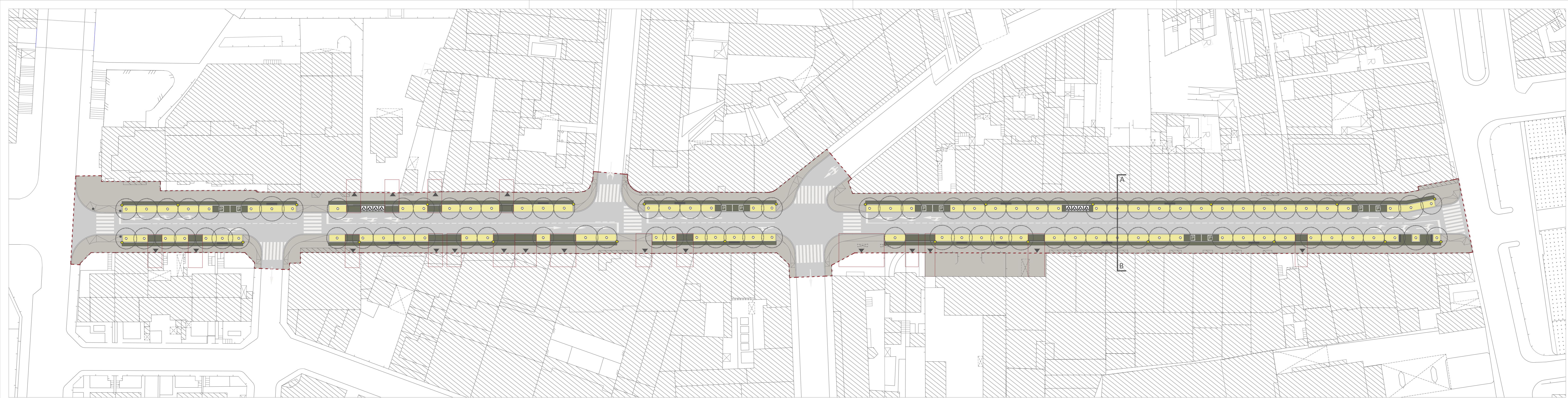
Para a Rua de Serpa Pinto foram criadas duas propostas de intervenção:

- **Versão 1**, que inclui espaços de arborização com mais área verde e menos estacionamento;
- **Versão 2**, que inclui espaços de arborização com menos área verde e mais estacionamento.





Estas propostas estão representadas num conjunto de peças gráficas (Figura 8.2), que se podem consultar nas páginas seguintes com maior detalhe.








Figura 8.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Serpa Pinto: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações.







Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal



 Acesso a garagens
 Passadeiras
 Estacionamento
 Resíduos sólidos urbanos

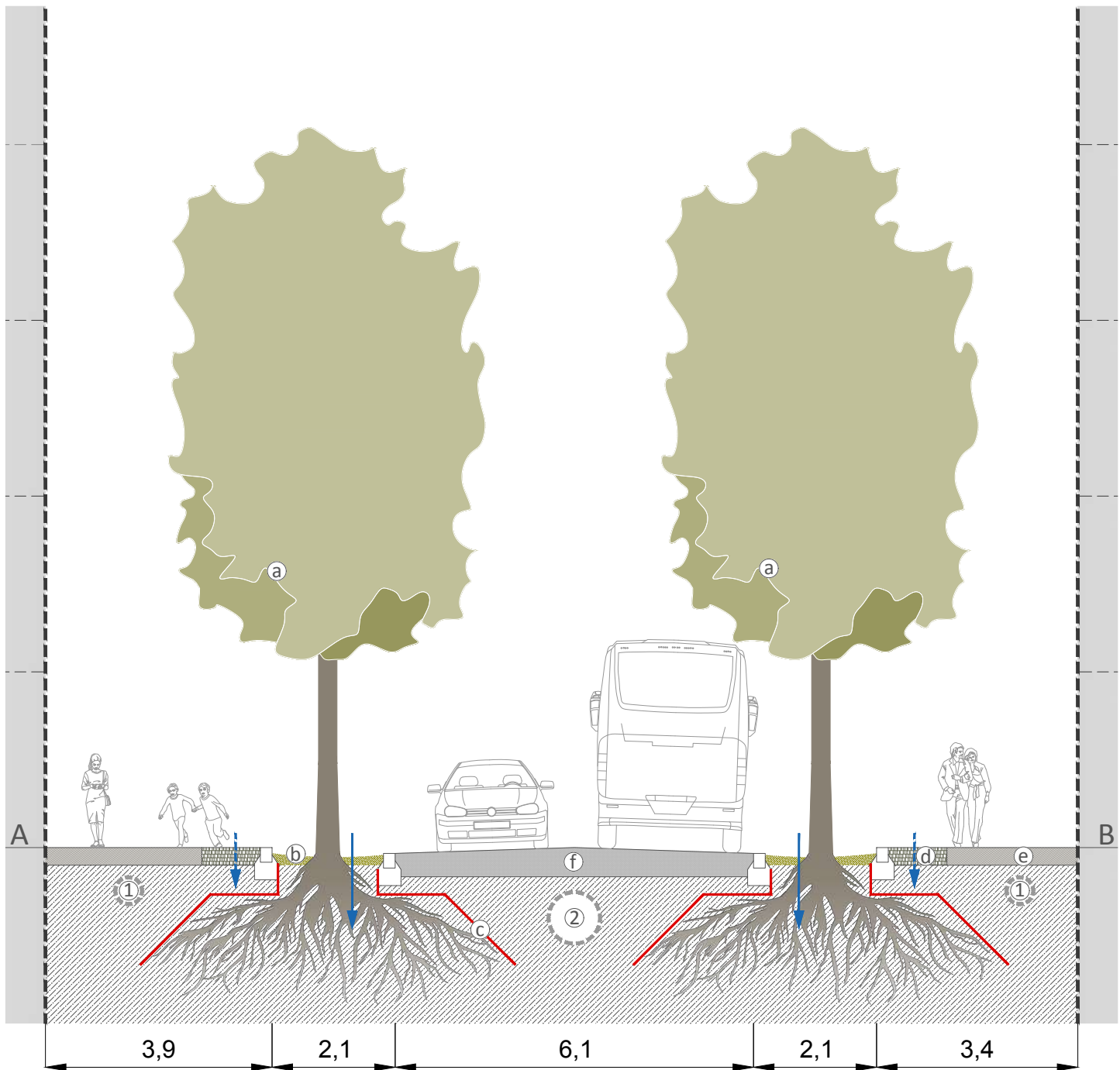
 Zonas de estadia/ de sentar
 Semáforos
 Iluminação pública

 Árvores de copa média-estreita
 (tipo *Metasequoia glyptostroboides* ou *Fagus sylvatica* 'Dawyck')
 Árvores de copa média-larga
 (tipo *Aesculus x carnea* ou *Acer saccharinum* 'Pyramidale')

 Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
 Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
 Pavimento pedonal liso
 Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção
 Rua de Serpa Pinto (entre R. da Constituição e R. de S.Dinis)
 PROTÓTIPO 5 - RUA MÉDIA - versão 1
 Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-estreita (tipo *Metasequoia gliptostroboides*, *Fagus sylvatica* 'Dawyck')
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- ▶ Permeabilidade máxima
- - -▶ Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Serpa Pinto
 PROTÓTIPO 5 - RUA MÉDIA - versão 1
 Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100
 0 2 4m
 Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Serpa Pinto, versão 1)



Figura 8.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



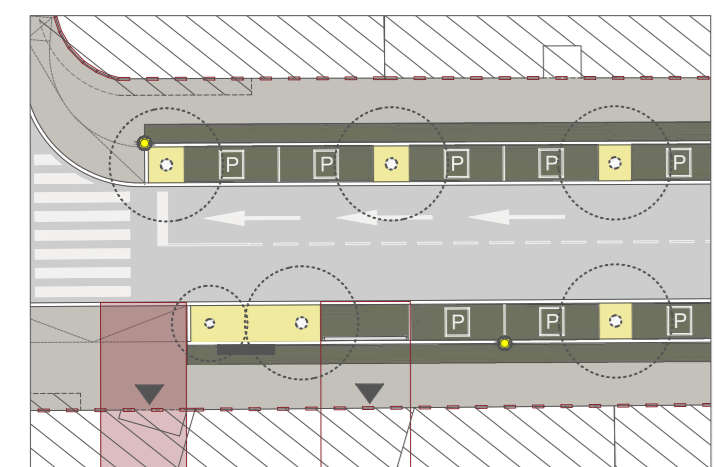
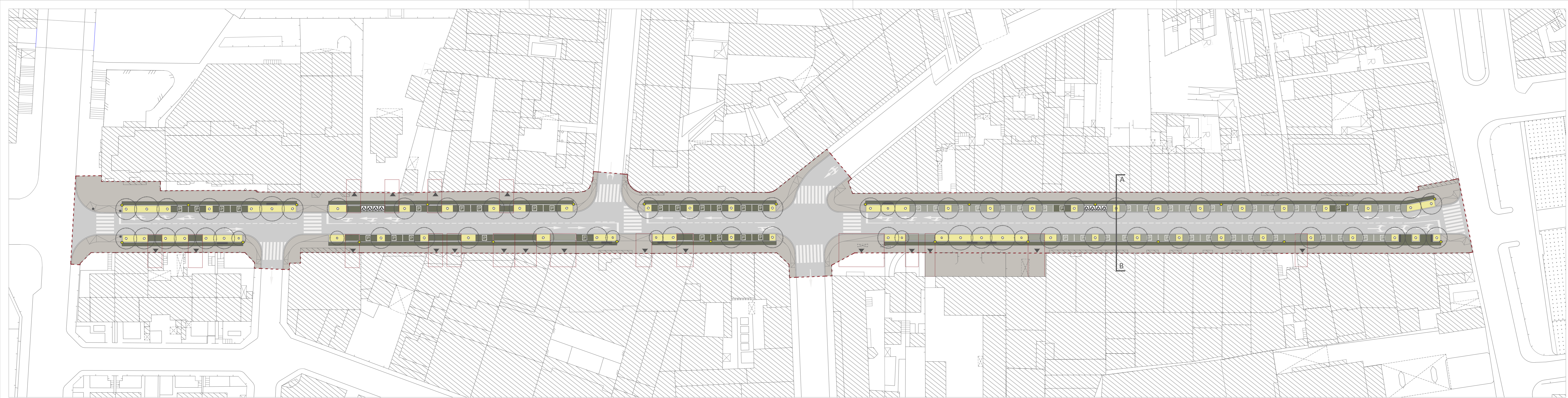
Figura 8.4 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).







Figura 8.5 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).










Figura 8.6 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).







Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

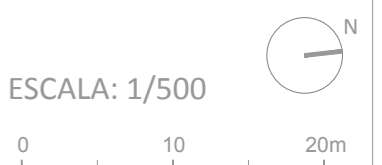
 Acesso a garagens
 Passadeiras
 Estacionamento
 Resíduos sólidos urbanos

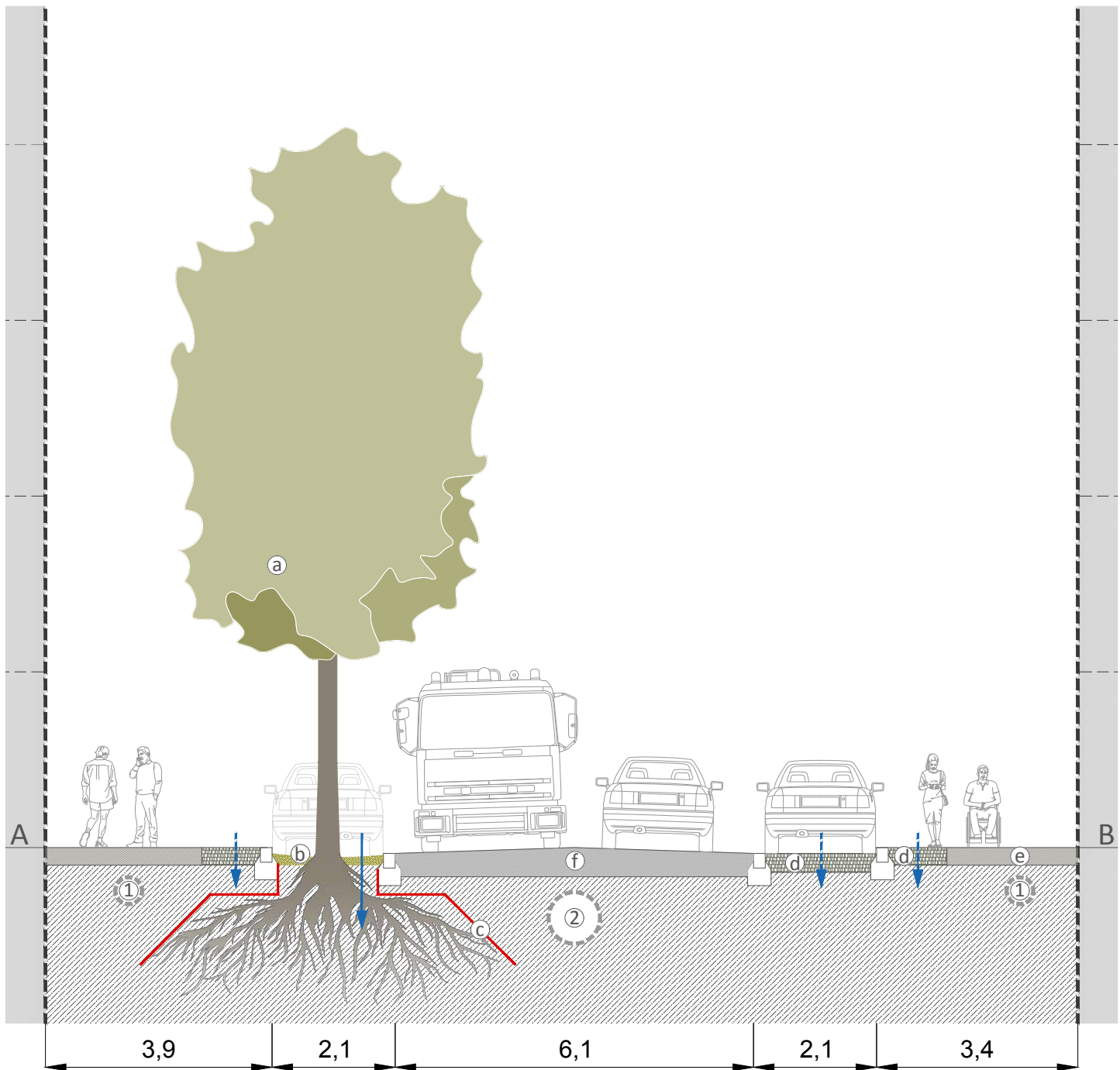
 Zonas de estadia/ de sentar
 Semáforos
 Iluminação pública

 Árvores de copa estreita, de pontuação
 (tipo *Fagus sylvatica* 'Dawyck Gold' ou *Liquidambar styraciflua* 'Paarl')
 Árvores de copa média-estreita, como arborização principal
 (tipo *Metasequoia glyptostroboides* ou *Fagus sylvatica* 'Dawyck')
 Árvores de copa média-estreita, de pontuação
 (tipo *Betula pendula* 'Fastigiata' ou *Betula pendula* 'Zwitsers Glorie')
 Árvores de copa média-larga, de pontuação
 (tipo *Aesculus x carnea* ou *Acer saccharinum* 'Pyramidale')

 Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
 Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
 Pavimento pedonal liso
 Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção
 Rua de Serpa Pinto (entre R. da Constituição e R. de S.Dinis)
 PROTÓTIPO 5 - RUA MÉDIA - versão 2
 Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500




Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-estreita (tipo *Metasequoia glibtostroboides*, *Fagus sylvatica* 'Dawyck')
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- Ⓐ Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- Ⓖ Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- ▶ Permeabilidade máxima
- - -▶ Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Serpa Pinto

PROTÓTIPO 5 - RUA MÉDIA - versão 2

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100

0 2 4m

Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Serpa Pinto, versão 2)



Figura 8.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita pontuados com árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 8.8 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com composição de árvores de copa média-estreita e árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 8.9 - Vista do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeiras; espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 8.10 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-estreita em caldeiras e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 8.11 - Ilustração comparativa para a Rua de Serpa Pinto: a) situação existente (fonte: Google, data: 06/2014); b) proposta de intervenção (versão 1).

Versão 1

A primeira proposta de intervenção para a Rua de Serpa Pinto ambiciona otimizar a sua função ecológica, ao maximizar a área permeável e o coberto arbóreo. Deste modo, será mais significativa a promoção da qualidade ambiental, urbanística e paisagística da rua, sobretudo nesta zona central da cidade com falta de espaços verdes de acesso público de proximidade, elevada impermeabilização e situação microclimática pouco favorável para o conforto humano no exterior. Esta proposta procurou explorar um desenho com duas espécies diferentes, de forma a mostrar uma abordagem mais homogénea ao nível da arborização, mas ainda com grande potencial para a diversidade biológica ao nível dos revestimentos herbáceo-arbustivos. Esta versão também apresenta mais áreas com elevada permeabilidade (faixas contínuas).

Versão 2

Esta proposta de arborização da Rua de Serpa Pinto deseja qualificar a experiência do espaço público da rua com a introdução de espaços de arborização, os quais pretendem articular e integrar a heterogeneidade arquitetónica existente, produzindo um conjunto mais coeso e harmonioso. A diversidade espacial, sobretudo marcada por avanços e recuos de fachadas, foi interpretada como oportunidade para também aumentar a diversidade de composição com a estrutura arbórea. Assim, alinhamentos mais homogéneos e mono-específicos são ocasionalmente intercalados com conjuntos de árvores de diferentes espécies, dimensões e fisionomias, contribuindo para uma experiência mais rica ao nível do conteúdo arbóreo. Esta versão de intervenção permite incorporar mais áreas de estacionamento na rua, o que irá diminuir as áreas permeáveis (faixas contínuas / caldeiras) e aumentar as áreas semi-permeáveis (áreas de pavimentação de junta seca).

Tabela 8.3 - Descrição simplificada das propostas de intervenção para a Rua de Serpa Pinto.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	<ul style="list-style-type: none"> Modelo 4 (ajustado): Rua média com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita, e com conjuntos compositivos diversos de árvores de copa média-larga, média-estreita e estreita.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais; Largura: 2,10m;

	<ul style="list-style-type: none"> • Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com os outros elementos e condicionantes; • Relação com malha urbana: cruzamentos/entroncamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada (recuos e avançados) e limites dos lotes; • Condicionantes estruturantes: entradas de garagem, estacionamento e interseções (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> • Bilateral; desfasado; descontínuo.
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade: 2 a 4 espécies; • Alinhamentos principais constituídos por árvores de copa média-estreita, tipo <i>Metasequoia glyptostroboides</i>, <i>Acer rubrum</i> 'Karpick', <i>Betula pendula</i> 'Fastigiata', <i>Betula pendula</i> 'Zwitsers Glorie' ou <i>Fagus sylvatica</i> 'Dawyck'; • Troços com composições arbóreas mais diversas e pontos de cruzamento de ruas, enriquecidos com árvores de copa média-larga (tipo <i>Aesculus x carnea</i>, <i>Acer pseudoplatanus</i> 'Erectum', <i>Acer saccharinum</i> 'Pyramidale' ou <i>Betula nigra</i>), árvores de copa média-estreita (<i>Acer rubrum</i> 'Karpick', <i>Betula pendula</i> 'Zwitsers glorie', <i>Ginkgo biloba</i> 'Tremonia', <i>Prunus mahaleb</i> ou <i>Prunus x hillieri</i> 'Spire') e árvores de copa estreita (tipo <i>Fagus sylvatica</i> 'Dawick Gold', <i>Fagus sylvatica</i> 'Dawick Purple', <i>Liquidambar styraciflua</i> 'Paarl' ou <i>Ginkgo biloba</i> 'Fastigiata Blagon'); • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: versão 1 – 35,5%; versão 2 – 24,0% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: 4,50m; • Compasso de plantação variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 4,30 a 5,60m entre árvores em faixa permeável contínua (dependendo da largura das copas); 2) 12,00m ou 13,00m entre árvores intercaladas com estacionamento (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.).
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominado por zonas semipermeáveis, intercaladas com algumas zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas/caldeiras); • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que os espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: versão 1 – 11,7%; versão 2 - 5,3% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização); • Equipamentos de deposição de resíduos;

	<ul style="list-style-type: none"> • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual⁹); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.
Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: 3,60m de largura (média).
Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passeadeiras.
Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Uma faixa de rodagem ao centro da rua, com 6,10m de largura total.
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Duas vias de trânsito, destinadas a tráfego misto, uma para cada sentido, com largura de 3,05m cada uma.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

⁹ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

9. Proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro

9.1. Análise da situação existente



Figura 9.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Cinco de Outubro.

Tabela 9.1 – Sumário da situação existente da Rua de Cinco de Outubro.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	Freguesia: Cedofeita (União de Freguesias do Centro Histórico); Zona: centro-ocidental; Bacia hidrográfica: Ribeira da Granja; Fisiografia: altitude 86,5-89m; declive 0,7%; Orientação: noroeste-sudeste.
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão (Carta de Estrutura Ecológica); Estrutura viária: classificada como eixo urbano estruturante (Carta de Estrutura Viária).
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo II (100%; Carta de Qualificação do Solo).
Dimensões gerais	Comprimento do troço: 362m; Largura média do troço: 17,9m; Largura média dos passeios: 3m.
Arborização	Estado atual: arborizada, com espécie inadequada (caráter invasor e perenifolia); Espécie dominante: <i>Ligustrum lucidum/japonicum</i> ; Índices: n.º árvores: 54 (14,9 inds./100m); coberto arbóreo: 6,1%.
Organização viária	Vias de trânsito: duas, de sentido único noroeste-sudeste; Estacionamento: paralelo, de ambos os lados da rua.

9.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao troço em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua de Cinco de Outubro pode ser consultado na Tabela 9.2.

Tabela 9.2 – Programa para a intervenção na Rua de Cinco de Outubro.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">• Priorizar árvores ripícolas (eficiência de crescimento e beneficiação microclimática) e com copas mais transparentes (permeáveis à luz);• Integrar árvores de cor contrastante promovendo o efeito estético;• Otimizar o espaço de circulação pedonal promovendo oportunidades de estadia,• Reduzir/adequar o estacionamento na rua em relação às características de estrutura viária formuladas no PDM (eixo estruturante);• Manter o sentido de trânsito único;• Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana instalada.

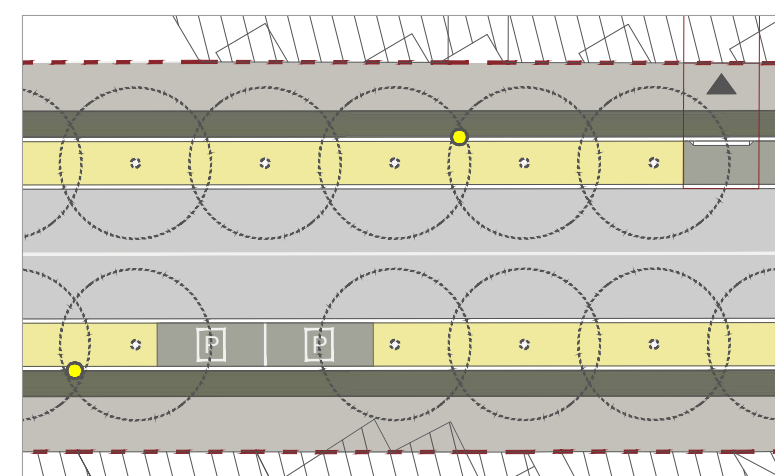
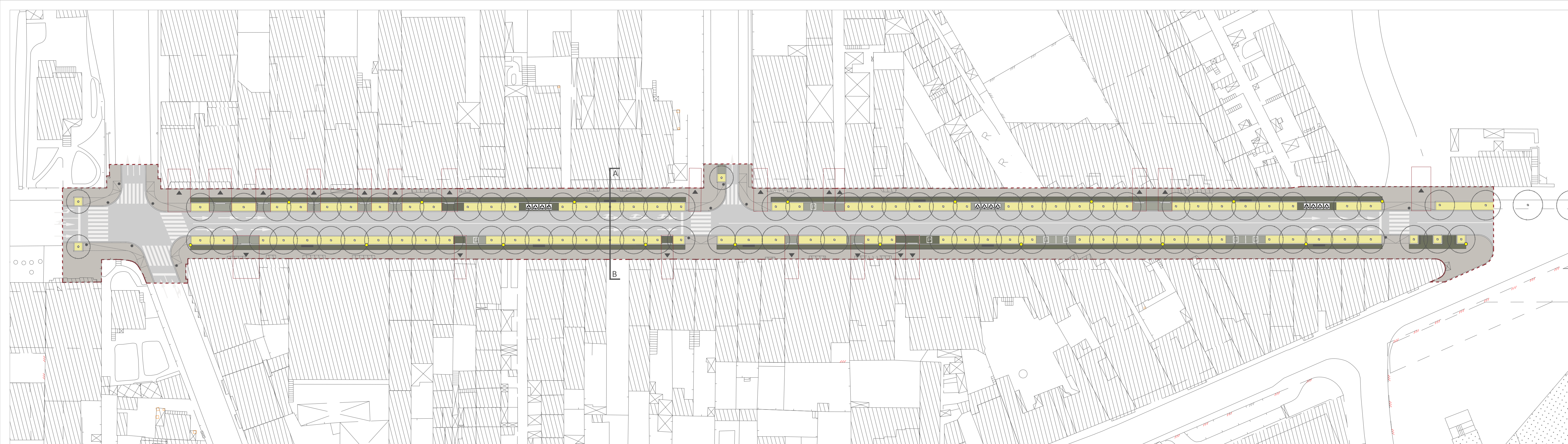
Para uma rua larga de largura entre os 18m e os 18,5m, o “Plano” sugere quatro possíveis soluções: o modelo 2, com alinhamento central de árvores de copa média-larga; o modelo 4, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita; o modelo 5, com alinhamento central de árvores de copa larga; e, o modelo 6, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-larga. Os modelos 2 e 5, com alinhamento central, têm a vantagem de permitir a colocação de uma árvore maior, o que iria potenciar os serviços de ecossistema; no entanto, estes modelos impedem a conjugação de faixas de estacionamento lateral com o corredor de emergência (6m) e dificultam o acesso às propriedades e edifícios com garagem. Como esta rua tem apenas um sentido de trânsito, a adoção de um alinhamento central desadequa-se às suas características espaciais e funcionais, principalmente à mobilidade viária. Por outro lado, os modelos 4 e 6, com alinhamento bilateral, permitem uma fácil integração de duas bandas de estacionamento nos espaços da arborização sem comprometer a passagem de veículos de emergência e permitem o fácil acesso dos veículos às propriedades e edifícios com garagem. Estes modelos têm um maior potencial para o aumento das áreas permeáveis e sugerem uma melhor integração da frente urbana. A escolha recaí sobre o **modelo 6**, com **alinhamento bilateral** de árvores de copa média-larga, porque permite a introdução da maior árvore possível nesta rua em alinhamento bilateral.

9.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Cinco de Outubro

A proposta de intervenção desta rua materializa-se nas peças gráficas que a seguir se apresentam (Figura 9.2). A sua observação detalhada será possível nas páginas subsequentes.



Figura 9.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro: a) planta, b) corte, e c) visualizações.



Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

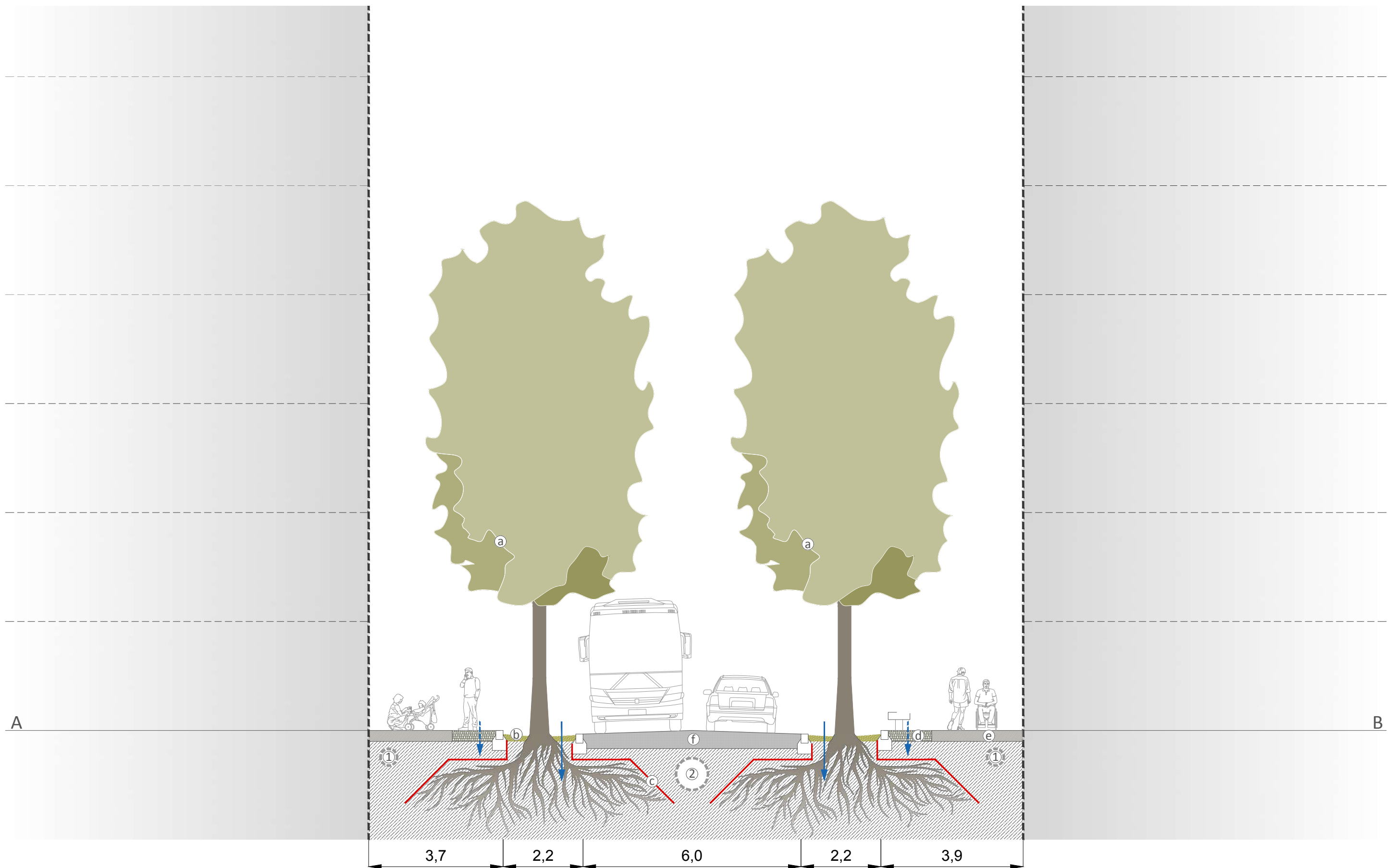
- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos
- Zonas de estadia/ de sentar
- Semáforos
- Iluminação pública

- Árvores existentes (*Quercus coccinea*)
- Árvores de copa média-larga, transparentes/permeáveis à luz (tipo *Betula pubescens* ssp. *celtiberica*, *Melia azedarach*, etc.)
- Árvores de copa média-larga, de folhas mais largas e cor contrastante (tipo *Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum', *Liriodendron tulipifera* 'Pyramidale', etc.)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção
 Rua de 5 de Outubro (entre R. Domingos Sequeira e R. Ofélia Diogo da Costa)
 PROTÓTIPO 6 - RUA LARGA
 Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-larga (tipo *Betula pubescens* ssp. *celtibérica*, *Melia azedarach*, etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - → Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua 5 de Outubro

PROTÓTIPO 6 - RUA LARGA

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100

0 2 4m

Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Cinco de Outubro)



Figura 9.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 9.4 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste).



Figura 9.5 - Vista do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste).



Figura 9.6 - Vista a partir do espaço da arborização do lado poente da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (sentido noroeste-sudeste); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).

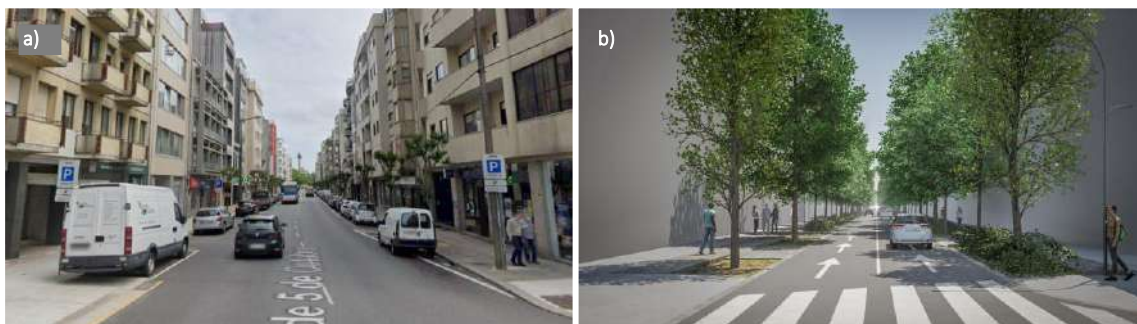


Figura 9.7 - Ilustração comparativa para a Rua de Cinco de Outubro: a) situação existente (fonte: Google, data: 04/2022); b) proposta de intervenção.

A proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro, um eixo urbano estruturante onde se desaconselha o estacionamento, visa a revisão integral da sua arborização, aumentando expressivamente a área permeável e coberto arbóreo, robustecendo a qualidade biofísica do espaço de arborização. Neste sentido, opta-se pela eliminação das árvores pré-existent (*Ligustrum lucidum/japonicum*) pelo seu risco ecológico (espécie que vem manifestando expressivo carácter invasor) e pela reduzida adequação a este arruamento (espécie perenifólia, conduzida em talhadia que lhe confere uma dimensão estética e ecológica muito pouco interessante). A escolha de espécies de maior dimensão e a nova composição espacial tira melhor partido da largura da rua, melhorando o desempenho ecológico, estético e vivencial deste espaço público.

Tabela 9.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua de Cinco de Outubro.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	<ul style="list-style-type: none"> Modelo 6: Rua larga com alinhamento bilateral de árvores de copa média-larga.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais; Largura: 2,00m; Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com os outros elementos e condicionantes; Relação com malha urbana: cruzamentos/entroncamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada e limites dos lotes; Condicionantes estruturantes: entradas de garagem, estacionamento, paragens de autocarro e interseções (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> Bilateral, maioritariamente emparelhado; relativamente contínuo, com interrupções ocasionais para entroncamento e acessos a garagens.
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade: 2 espécies; Alinhamentos constituídos por árvores de copa média-larga; composição alternada de árvores de copas mais “transparentes” e permeáveis à luz (tipo <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtiberica</i>, <i>Melia azedarach</i> e <i>Fraxinus excelsior</i>).

	<p>'Diversifolia') com árvores de folhas mais largas e de cor contrastante (tipo <i>Liriodendron tulipifera</i> 'Fastigiatum', <i>Liriodendron tulipifera</i> 'Pyramidale' e <i>Ginkgo biloba</i>);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 48,8% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: 4,80m (varia entre 4,60m e 4,95m); • Compasso de plantação variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 6,00m entre árvores em faixa permeável contínua; 2) 12,00m entre árvores intercaladas com estacionamento; (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas / caldeiras individualizadas), ocasionalmente intercaladas com zonas semipermeáveis; • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que as dos espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: 13,7% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização; devem ser reservados para cargas/descargas ou para cidadãos com mobilidade condicionada); • Equipamentos de deposição de resíduos; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; "rega de pé" na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual¹⁰); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.

¹⁰ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: 3,80m de largura (varia entre 3,60m e 3,95m).
Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passarelas.
Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Uma faixa de rodagem ao centro da rua: 6,00m de largura total.
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Duas vias de trânsito, destinadas a tráfego misto, ambas no sentido noroeste-sudeste, com largura de 3,00m cada uma.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

10. Proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas

10.1. Análise da situação existente



Figura 10.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Avenida de Rodrigues de Freitas.

Tabela 10.1 – Sumário da situação existente da Avenida de Rodrigues de Freitas.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesia: Bonfim;</p> <p>Zona: centro-oriental;</p> <p>Bacia hidrográfica: Ribeira do Poço das Patas;</p> <p>Fisiografia: altitude 92-94m; declive 0,8%;</p> <p>Orientação: este-oeste.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão e parcialmente localizada sobre um corredor verde complementar (Carta de Estrutura Ecológica);</p> <p>Mobilidade suave: parcialmente integrada na rede pedonal estruturante (percurso eficiente); inserida numa “zona XXI” (programa de requalificação urbana, mobilidade e ambiente; Carta de Infraestruturas de Modos Suaves);</p> <p>Estrutura viária: classificada como eixo urbano estruturante (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo I (98%) e área de equipamentos (2%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: área de interesse urbanístico ou arquitetónico – Centro Histórico do Porto (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do troço: 369m;</p> <p>Largura média do troço: 19,7m;</p> <p>Largura média dos passeios: 2,7m.</p>

Arborização	Estado atual: arborização associada a desenho urbano de caráter histórico ou referencial; elementos arbóreos com dimensão e/ou posicionamento desadequado; Espécie dominante: <i>Tilia tomentosa</i> ; Índices: n.º árvores: 42 (12,3 inds./100m); coberto arbóreo: 30,1%.
Organização viária	Vias de trânsito: três vias, duas no sentido nascente-poente e uma no sentido poente-nascente; Estacionamento: paralelo, de ambos os lados da rua.

10.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao troço em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Avenida de Rodrigues de Freitas pode ser consultado na Tabela 10.2.

Tabela 10.2 – Programa para a intervenção na Avenida de Rodrigues de Freitas.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar árvores de porte ereto, que formem alinhamentos regulares e homogéneos; • Criar faixas contínuas permeáveis; • Aumentar a largura dos passeios para melhorar a mobilidade pedonal; • Otimizar o espaço dedicado à circulação automóvel, reduzindo a largura das vias de circulação (dissuadindo o estacionamento em 2ª fila) e o número de vias (mantendo apenas duas vias); • Manter os dois sentidos de trânsito; • Reduzir os espaços de estacionamento automóvel para melhorar a acessibilidade viária (devido à característica de eixo estruturante); • Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana existente.

Para uma rua larga de largura entre os 19,5m e os 20,5m, o “Plano” sugere quatro possíveis soluções: o modelo 2, com alinhamento central de árvores de copa média-larga; o modelo 4, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-estreita; o modelo 5, com alinhamento central de árvores de copa larga; e, o modelo 6, com alinhamento bilateral de árvores de copa média-larga. O “Plano” não recomenda o modelo 9, com alinhamento central de árvores de copa muito larga, para esta classe de rua, para evitar situações de sombreamento excessivo da rua. Contudo, julga-se que é possível instalar este modelo nesta rua pois o edificado da Avenida Rodrigues de Freitas apresenta, em média, 2 a 3 pisos.

Os modelos 2, 5 e 9, com alinhamento central, têm a vantagem de permitir a colocação de árvores ao centro da rua, onde podem desenvolver a copa de forma menos constrangida, potenciando os serviços de ecossistema. Como o **modelo 9** é o que possibilita a introdução da maior árvore possível (árvore de copa muito larga), optou-se por selecionar este modelo de **arborização central**. No entanto, a Avenida de Rodrigues de Freitas constitui um caso de arborização viária histórico-referencial na cidade do Porto pelo que a adoção de um modelo de alinhamento central é uma solução que transforma as dinâmicas atuais da rua e “rompe” com a tradição do alinhamento bilateral. Assim, os modelos 4 e 6, com alinhamento bilateral, permitem manter a

atual dinâmica da rua enquanto preservam a tradição de arborização bilateral. Outra vantagem deste tipo de alinhamento é o aumento da área permeável com a criação de bandas de arborização laterais, que permitem criar uma barreira entre o espaço viário e o espaço pedonal. Tendo em conta os objetivos específicos para esta rua em relação ao espaço viário (redução do número de vias e diminuição da largura do espaço viário) adotou-se, também, o **modelo 6**, com **alinhamento bilateral** de árvores de copa média-larga.

10.3. Projeto de arborização do espaço público da Avenida de Rodrigues de Freitas

Para a Avenida de Rodrigues de Freitas foram desenvolvidas duas propostas de intervenção:

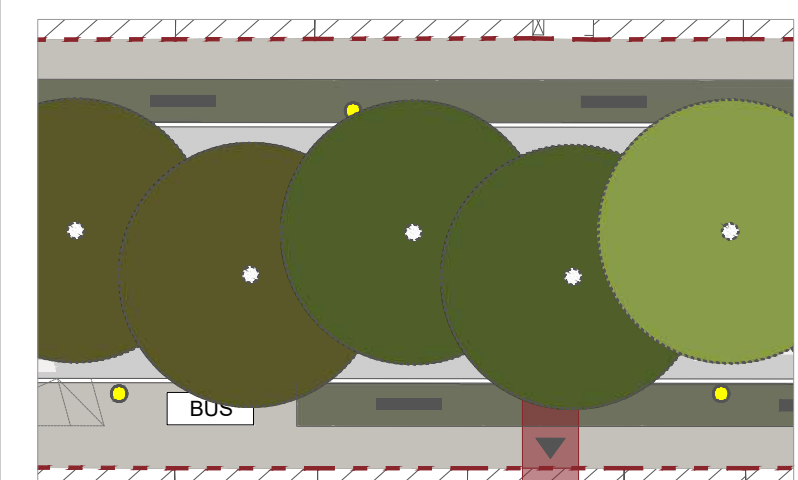
- **Versão 1**, considera um espaço de arborização posicionado ao centro da rua, maximizando a dimensão da árvore e os seus benefícios;
- **Versão 2**, que inclui dois espaços de arborização a ladear as vias de circulação, maximizando o espaço para o trânsito automóvel, mantêm a dinâmica atual da rua e preserva a tipologia de arborização histórico-referencial.

Estas propostas estão representadas num conjunto que peças gráficas (









), que se podem consultar nas páginas seguintes com maior detalhe.







Figura 10.2 - Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas: a) planta, b) corte e c) visualizações.







Espaço pedonal
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço pedonal

-  Acesso a garagens
-  Passadeiras
-  Resíduos sólidos urbanos
-  Paragem de autocarros
-  Zonas de estadia/ de sentar
-  SUDS
-  Semáforos
-  Iluminação pública

-  Árvores de copa muito larga (>12m), caducifólias (tipo *Acer saccharinum*)
-  Árvores de copa muito larga (>12m), caducifólias (tipo *Fraxinus excelsior*)

-  Árvores de copa muito larga (>12m), caducifólias (tipo *Quercus rubra*)
-  Árvores de copa muito larga (>12m), caducifólias (tipo *Tilia tomentosa*)

-  Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
-  Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
-  Pavimento pedonal liso
-  Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção


Av. Rodrigues de Freitas (entre R. do Visconde de Bóveda e Largo Soares dos Reis)

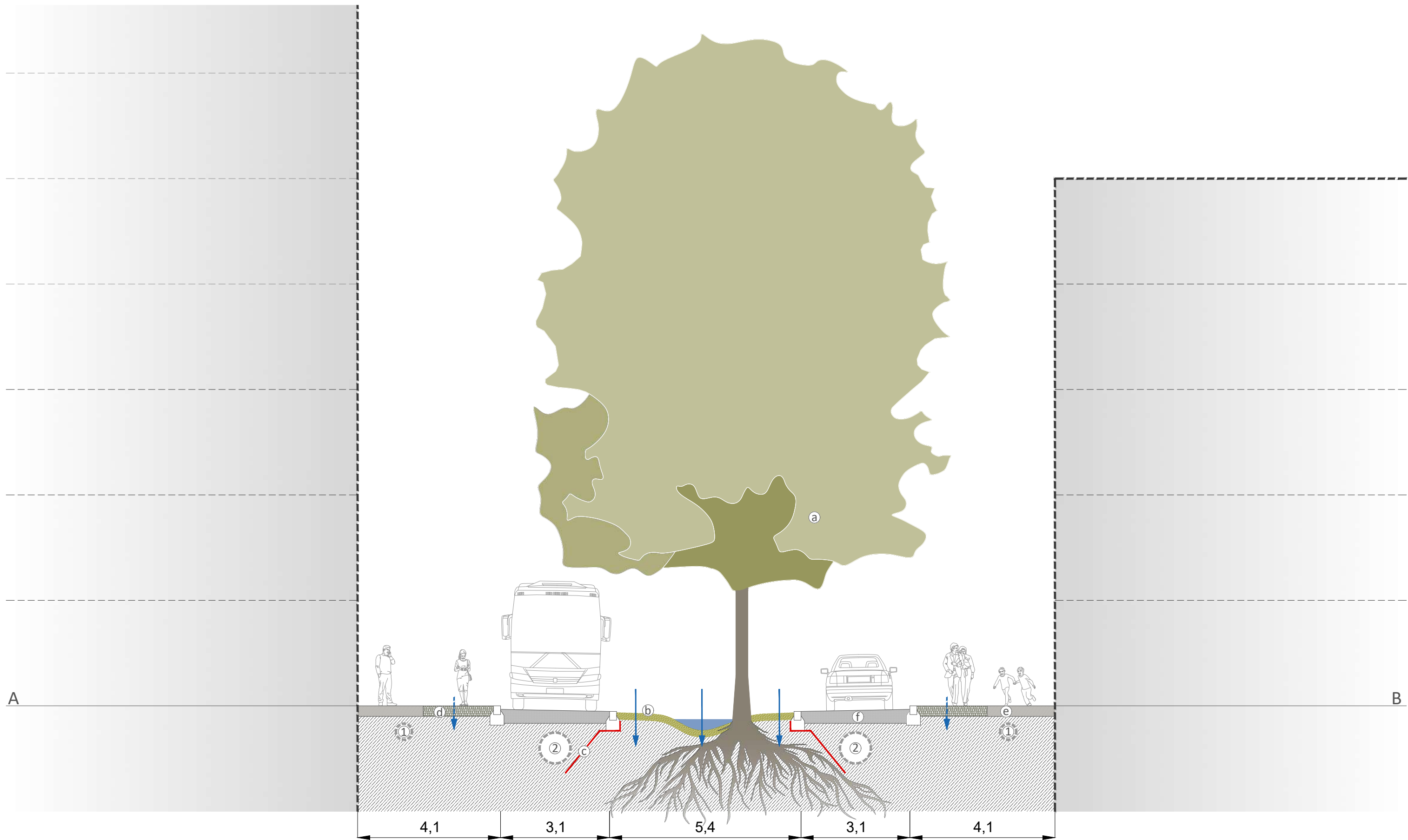
PROTÓTIPO 7 - RUA LARGA - versão 1

Plano geral de intervenção. Outubro de 2022

ESCALA: 1/500

0 10 20m





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa muito larga (tipo *Acer saccharinum*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus rubra*, *Tilia tomentosa*, etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ⓫ Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- ⓬ Pavimento viário
- Ⓜ Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Av. Rodrigues de Freitas

PROTÓTIPO 7 - RUA LARGA - versão 1

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Avenida Rodrigues de Freitas, versão 1)



Figura 10.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço pedonal com pavimento rugoso.



Figura 10.4 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com pavimento rugoso e zona de estadia/de sentar; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua.



Figura 10.5 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com pavimento rugoso e zona de estadia/de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua.



Figura 10.6 - Vista a partir do espaço da arborização ao centro da rua: espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua; espaço viário com uma via de trânsito, de cada lado do espaço da arborização; espaço pedonal com pavimento rugoso.

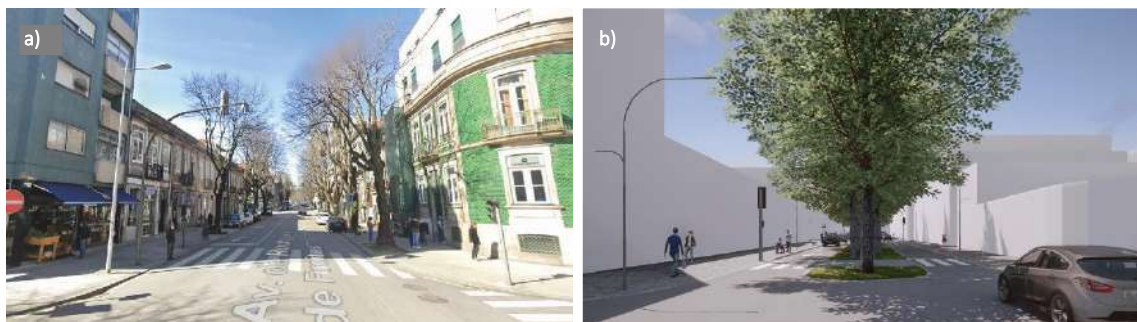


Figura 10.7 - Ilustração comparativa para a Avenida de Rodrigues de Freitas: a) situação existente (fonte: Google, data: 03/2022); b) proposta de intervenção (versão 1).

Versão 1

A primeira proposta de intervenção para a Avenida Rodrigues de Freitas redefine a dinâmica da rua através da realocação do espaço da arborização para o centro da rua, permitindo a introdução de um alinhamento de árvores de copa muito larga e de uma faixa central com uma solução de SUDS. Tendo em conta a classificação desta rua como eixo estruturante que ocorre numa “Zona XXI”, o espaço viário foi otimizado de forma a promover a circulação e estadia pedonais. Apesar desta proposta “romper” com a tradição de alinhamento bilateral desta rua, apresenta vantagens ao nível da maximização da árvore na rua, com todos os benefícios ao nível dos serviços de ecossistema que daí advém.

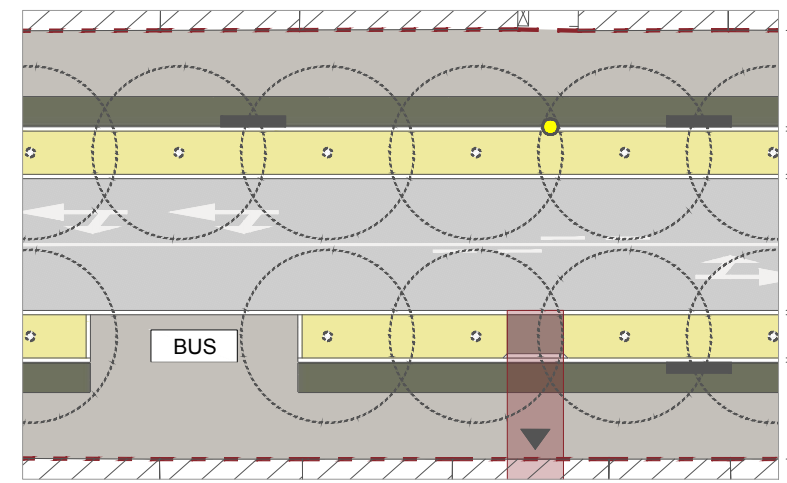
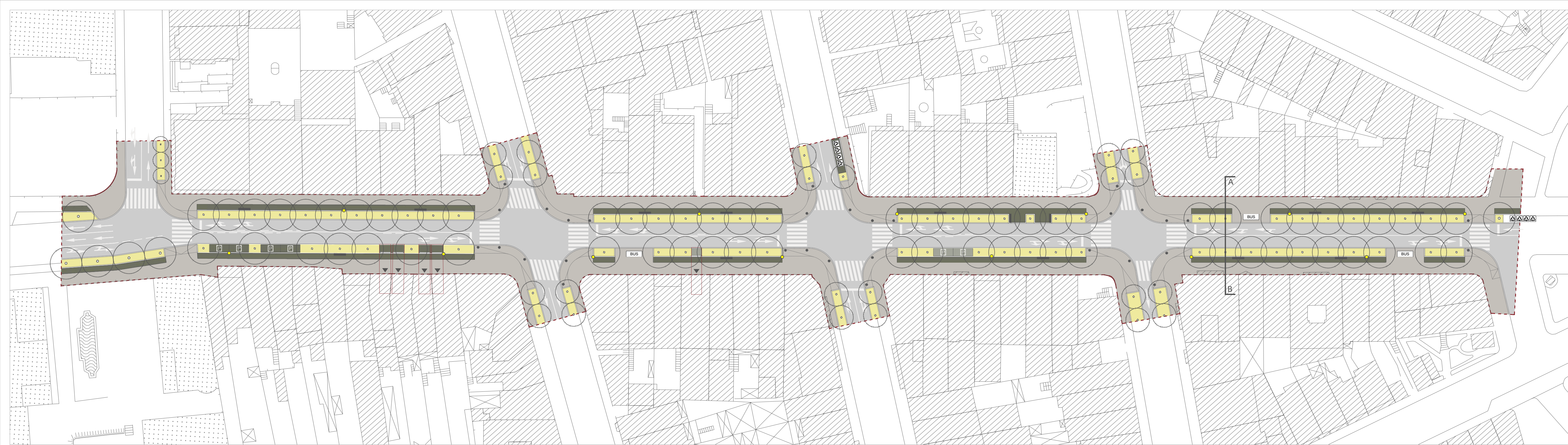
Tabela 10.3 - Descrição simplificada da versão 1 da proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	• Modelo 9: Rua larga com alinhamento central de árvores de copa muito larga.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Composição simétrica, marcada por um espaço de arborização ao centro da rua, criando uma separação nos espaços viários; • Largura: 5,05m; • O posicionamento do espaço da arborização ao centro da rua permite atingir o objetivo de usar a maior árvore possível para o espaço disponível; • Relação com malha urbana: cruzamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada e limites dos lotes; • Condicionantes estruturantes: interseções (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	• Central (singular) desfasado; relativamente contínuo, apenas interrompido para cruzamentos/entroncamentos e atravessamento de peões;
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade: 4 espécies; • Alinhamento constituído por árvores de copa muito larga, com diferentes tonalidades sazonais, tipo <i>Tilia tomentosa</i>, <i>Acer saccharinum</i>, <i>Fraxinus excelsior</i> e <i>Quercus rubra</i>. • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 57,4% (proporção da área total do troço em análise).

Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: cerca de 8,90m (varia entre 7,00m e 9,78m); • Compasso de plantação variável: varia entre 7,55m a 8,25m entre árvores; (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas / caldeiras individualizadas); • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que as dos espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: 15,3% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais parecem não entrar em conflito com o espaço da arborização.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • A faixa de arborização pode incluir outros usos (equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual¹¹); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.
Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: cerca de 3,90m de largura (varia entre 3,85m e 4,15m).
Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante - até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passeadeiras.
Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 1/2 da largura do passeio, correspondente a cerca de 2m; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, a ocupar cerca de 1/2 da largura do passeio.

¹¹ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Duas faixas de rodagem, separadas por uma placa central (3,10m de largura cada).
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Duas vias de trânsito, destinadas a tráfego misto, uma em cada sentido, com largura de 3,10m cada uma.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.



Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos

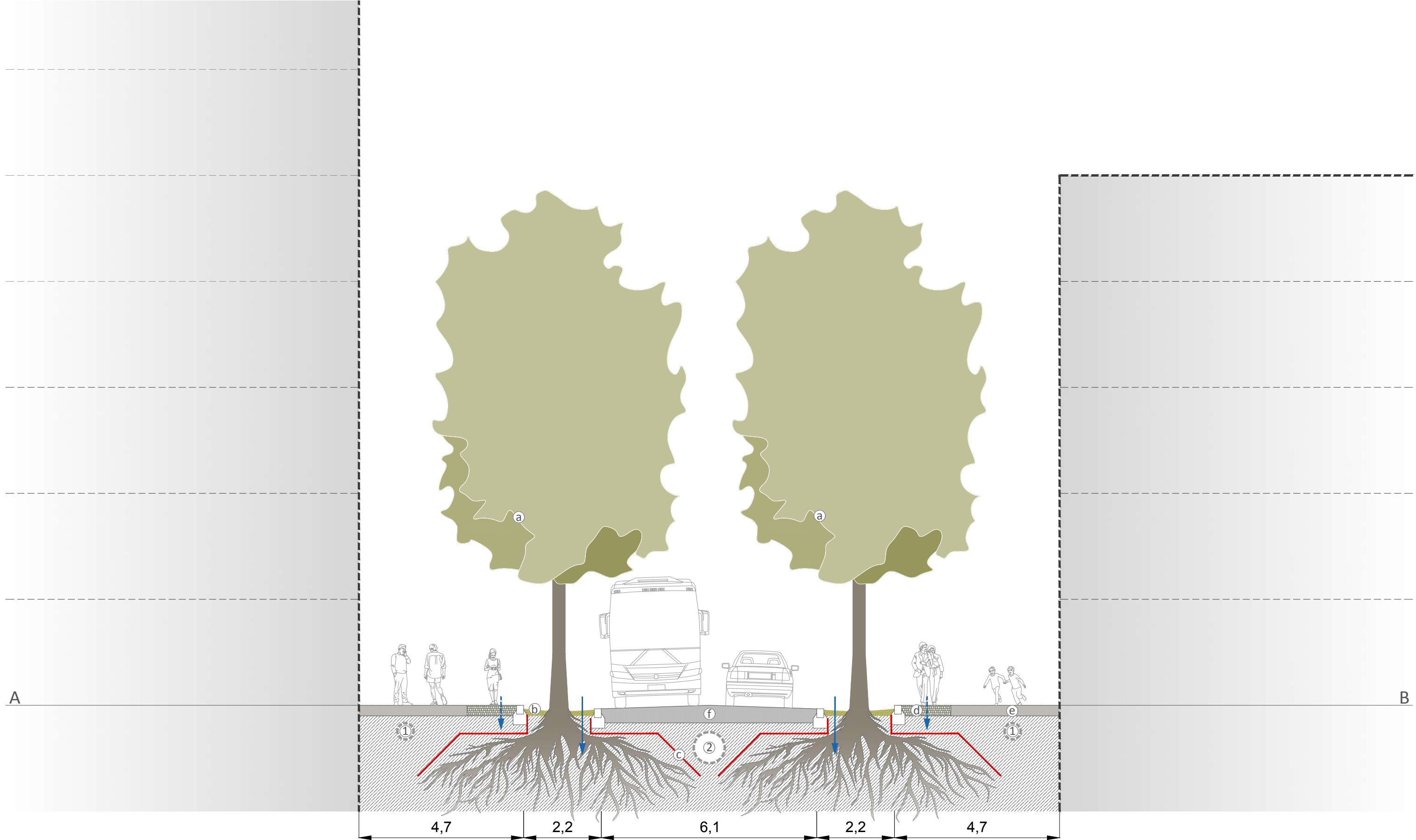
- Paragem de autocarros
- Zonas de estadia/ de sentar
- Semáforos
- Iluminação pública

Árvores de copa média-larga, (tipo *Tilia cordata* 'Greenspire', *Liriodendron tulipifera* 'Fastigiatum', *Ginkgo biloba*, *Aesculus x carnea*, etc.)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção
 Av. Rodrigues de Freitas (entre R. do Visconde de Bóveda e Largo Soares dos Reis)
 PROTÓTIPO 7 - RUA LARGA - versão 2
 Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/500



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-larga (tipo *Tilia cordata* 'Greenspire', *Ginkgo biloba*, *Aesculus x carnea*, etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ⓫ Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- ⓬ Pavimento viário
- Ⓜ Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Av. Rodrigues de Freitas

PROTÓTIPO 7 - RUA LARGA - versão 2

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Avenida Rodrigues de Freitas, versão 2)



Figura 10.8 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 10.9 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).



Figura 10.10 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/de sentar que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos).



Figura 10.11 - Vista a partir do espaço da arborização do lado sul da rua: espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito (dois sentidos); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).

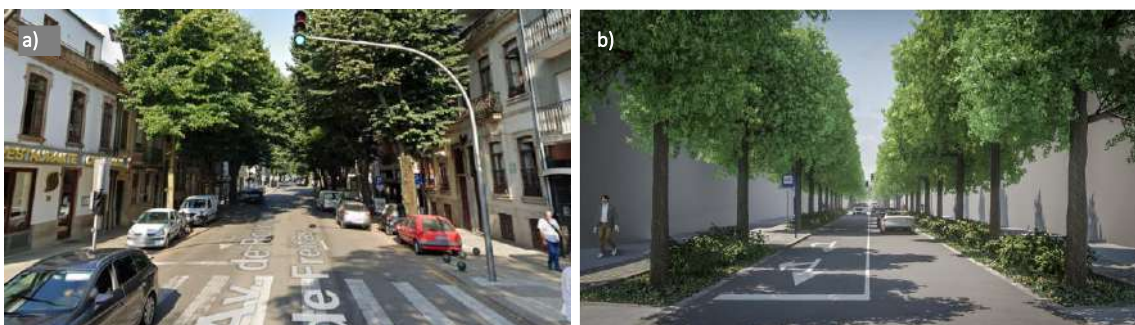


Figura 10.12 - Ilustração comparativa para a Avenida de Rodrigues de Freitas: a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2020); b) proposta de intervenção (versão 2).

Versão 2

A segunda proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas considera a sua característica de rua incluída em “Zona XXI”, o facto de ser eixo estruturante, bem como o seu explícito carácter histórico. Assim, optou-se por uma intervenção que maximiza a presença da árvore em faixa contínua, à custa de menor número de estacionamentos, que se traduz num aumento significativo da permeabilidade da rua. Também é relevante o aumento do espaço pedonal, à custa da otimização do espaço viário, promovendo a vivência da rua, ao nível da circulação e estadia pedonais.

Tabela 10.4 - Descrição simplificada da versão 2 da proposta de intervenção para a Avenida de Rodrigues de Freitas.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	• Modelo 6: Rua larga com alinhamento bilateral de árvores de copa média-larga.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais; • Largura: 2,00m; • Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com os outros elementos e condicionantes; • Relação com malha urbana: cruzamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada e limites dos lotes; • Condicionantes estruturantes: interseções, entradas de garagem, paragens de autocarro e estacionamento (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	• Bilateral; emparelhado; contínuo (à exceção dos cruzamentos).
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade: 1 espécie; • Alinhamentos constituídos por árvores de copa média-larga, tipo <i>Tilia cordata</i> ‘Greenspire’, <i>Carpinus betulus</i> ‘Fastigiata’, <i>Liriodendron tulipifera</i> ‘Fastigiatum’, <i>Ginkgo biloba</i>, <i>Aesculus x carnea</i>, <i>Prunus avium</i> ou <i>Pyrus calleryana</i> ‘Aristocrat’; • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 38,7% (proporção da área total do troço em análise).

Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: cerca de 5,50m (varia entre 4,50m e 6,20m); • Compasso de plantação variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 6,50m entre árvores em faixa permeável contínua; 2) 13,00m entre árvores intercaladas com estacionamento (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas / caldeiras individualizadas), ocasionalmente intercaladas com zonas semipermeáveis; • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que as dos espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: 13,5% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização; devem ser reservados para cargas/descargas ou para cidadãos com mobilidade condicionada); • Paragens de autocarro; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual¹²); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.
Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: cerca de 4,50m de largura (varia entre 3,50m e 5,20m).
Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passadeiras.

¹² A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Uma faixa de rodagem ao centro da rua: 6,10m de largura total.
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Duas vias de trânsito, destinadas a tráfego misto, uma em cada sentido, com largura de 3,05m cada uma.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

11. Proposta de intervenção para a Rua de Pinto Bessa

11.1. Análise da situação existente



Figura 11.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Pinto Bessa.

Tabela 11.1 – Sumário da situação existente da Rua de Pinto Bessa.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesias: Bonfim e Campanhã;</p> <p>Zona: centro-oriental;</p> <p>Bacia hidrográfica: Ribeira da Lomba/Rio Tinto;</p> <p>Fisiografia: altitude 68,5-111m; declive: 6,7%;</p> <p>Orientação: noroeste-sudeste.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão e parcialmente localizada sobre um corredor verde principal (Carta de Estrutura Ecológica);</p> <p>Estrutura viária: classificada como eixo urbano estruturante, a nascente da R. P. António Vieira, e como eixo urbano complementar, a poente (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo II (97,1%) e área de frente urbana contínua do tipo I (2,9%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: área de interesse urbanístico ou arquitetónico – Zona residencial de Campanhã (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do troço: 635m;</p> <p>Largura média do troço: 21,9m;</p> <p>Largura média dos passeios: 2,7m no lado norte, 2m no lado sul.</p>
Arborização	<p>Estado atual: não arborizada;</p> <p>Índices: n.º árvores: 0; coberto arbóreo: 0%.</p>
Organização viária	<p>Vias de trânsito: quatro vias, duas em cada sentido, com separador central;</p> <p>Estacionamento: paralelo, de ambos os lados da rua.</p>

11.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua de Pinto Bessa visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao trecho em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua de Pinto Bessa pode ser consultado na Tabela 11.2.

Tabela 11.2 – Programa para a intervenção na Rua de Pinto Bessa.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">• Priorizar árvores ripícolas (eficiência de crescimento e beneficiação microclimática) ou com interesse sazonal;• Introduzir árvores de pontuação em interseções com ruas perpendiculares;• Aumentar a largura dos passeios para melhorar a mobilidade pedonal;• Otimizar o espaço dedicado à circulação automóvel, reduzindo a largura das vias de circulação (dissuadindo o estacionamento em 2ª fila);• Manter os dois sentidos de trânsito;• Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana existente.

Para uma rua larga de largura entre os 21m e os 21,5m, o “Plano” sugere duas possíveis soluções: o modelo 5, com alinhamento central de árvore de copa larga, e o modelo 6, com alinhamento bilateral de árvore média-larga. O modelo 5, com alinhamento central, tem a vantagem de permitir a colocação de uma árvore maior, o que permite potenciar os serviços do ecossistema. Como atualmente existe um eixo central (permeável, mas não arborizado), este modelo poderá ser facilmente adotado nesta rua. Constatou-se que nesta rua será possível introduzir uma árvore de copa muito larga em alinhamento central pelo que se selecionou o **modelo 9**, com alinhamento de árvores de copa muito larga. Por outro lado, o **modelo 6**, com alinhamento bilateral de árvore média-larga, permite uma fácil integração de duas bandas de estacionamento nos espaços da arborização sem comprometer a passagem de veículos de emergência e permitem o fácil acesso dos veículos às propriedades e garagens. Este modelo tem um maior potencial para o aumento das áreas permeáveis e sugere uma melhor integração da frente urbana. Visto que as duas soluções apresentam benefícios diferentes e são soluções igualmente válidas para a Rua de Pinto Bessa, optou-se por explorar as duas soluções em propostas distintas, que pretendem demonstrar as possibilidades de arborização desta rua.

11.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Pinto Bessa

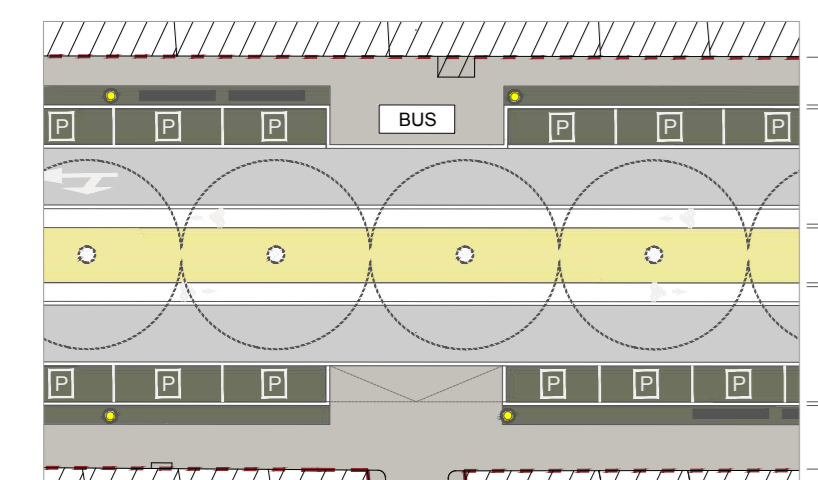
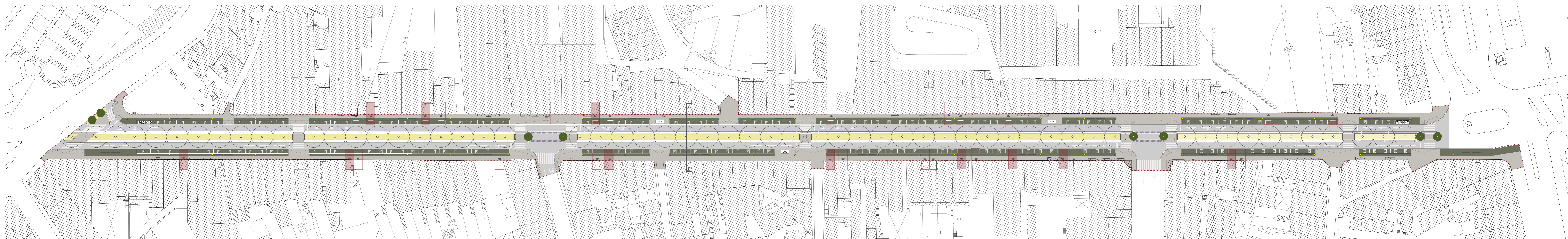
Para a Rua de Pinto Bessa foram criadas duas propostas de intervenção:

- **Versão 1**, que considera um espaço de arborização posicionado ao centro da rua, maximizando a dimensão da árvore e os seus benefícios;
- **Versão 2**, que inclui dois espaços de arborização a ladear as vias de circulação, maximizando o espaço para o trânsito automóvel.






Estas propostas estão representadas num conjunto de peças gráficas (Figura 11.2), que se podem consultar nas páginas seguintes com maior detalhe.









Figura 11.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Pinto Bessa: a) plantas, b) cortes, e c) visualizações.

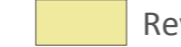





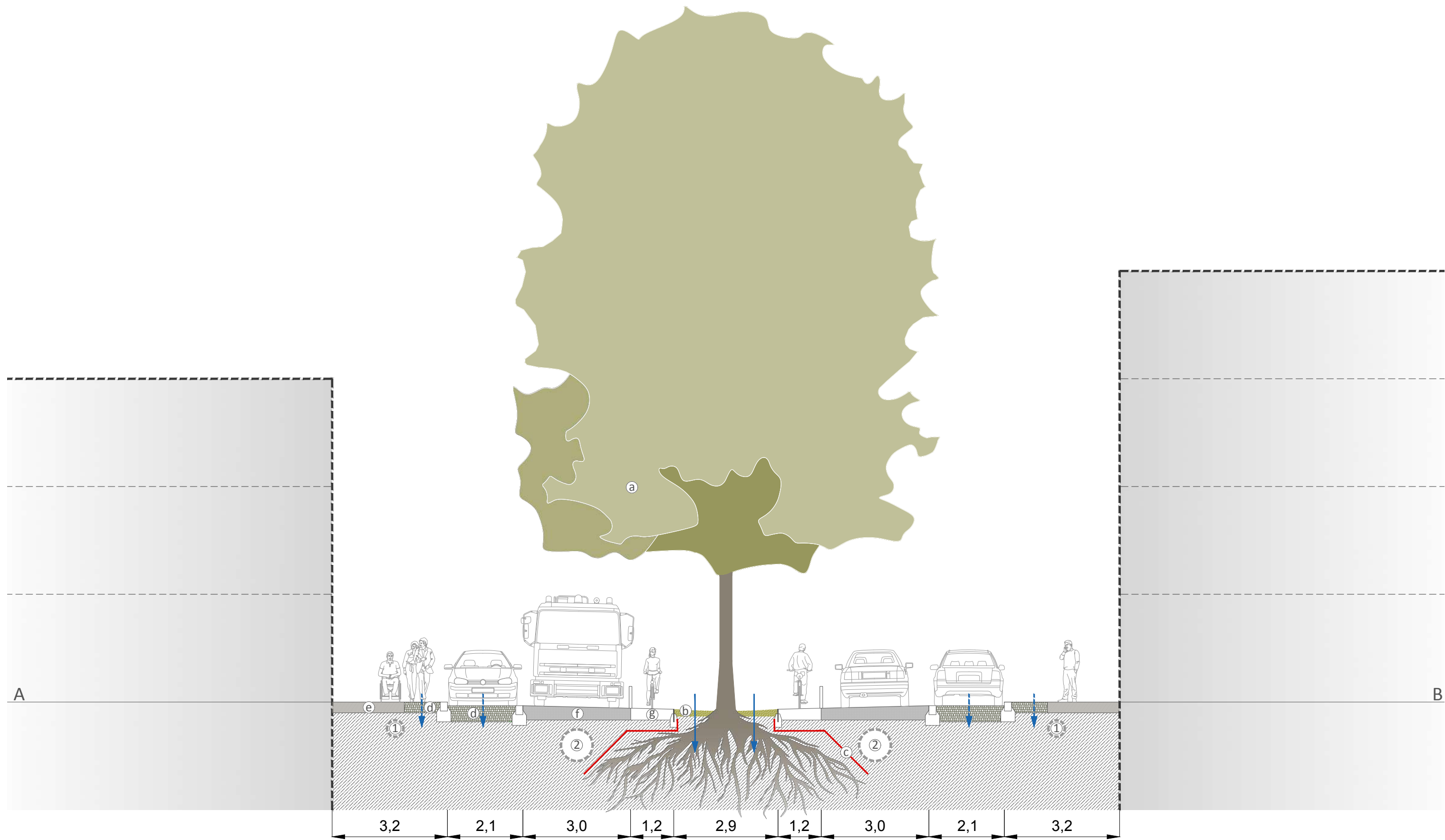
Espaço pedonal
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço pedonal

-  Acesso a garagens
-  Passadeiras
-  Ciclovia
-  Estacionamento
-  Resíduos sólidos urbanos

-  Paragem de autocarros
-  Zonas de estadia/ de sentar
-  Semáforos
-  Iluminação pública

-  Árvores de copa muito larga, estruturantes (tipo *Platanus x acerifolia*, *Platanus orientalis*, etc.)
-  Árvores de copa estreita, de pontuação (tipo *Cupressus sempervirens* 'Stricta', etc.)

-  Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
-  Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
-  Pavimento pedonal liso
-  Pavimento viário



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvore de copa muito larga (tipo *Platanus orientalis*, etc.)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- Ⓖ Pavimento para ciclovia
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua Pinto Bessa

PROTÓTIPO 8 - RUA LARGA - versão 1

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Pinto Bessa, versão 1)



Figura 11.3 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, pontuados nos cruzamentos com árvores colunares, perenifólias, em faixa contínua; espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização.



Figura 11.4 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, em faixa contínua.



Figura 11.5 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, em faixa contínua.



Figura 11.6 - Vista a partir da ciclovia do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito, ciclovia e zona de estacionamento, de cada lado do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamento central de árvores de copa muito larga, em faixa contínua; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 11.7 - Ilustração comparativa para a Rua de Pinto Bessa: a) situação existente (fonte: Google, data: 02/2022); b) proposta de intervenção (versão 1).

Versão 1

A primeira proposta para a Rua de Pinto Bessa tira proveito da situação existente, no que concerne à organização do trânsito (duas faixas de rodagem separadas por placa central), para introduzir um alinhamento de árvores ao centro da rua. De entre todas as composições possíveis, este posicionamento da árvore é o que permite a utilização de uma árvore de maior dimensão, potenciando assim o provisionamento de serviços de ecossistema, ao mesmo tempo que minimiza o conflito entre as copas e as fachadas dos edifícios; com esta opção, surge menos competição com entradas de garagens, pontos de recolha de resíduos, paragens de autocarro e estacionamento. Os protótipos que tiram partido de modelos de alinhamento central otimizam significativamente a organização do espaço público da rua, pois garantem maior autonomia e melhor desempenho ao espaço de arborização, ao espaço pedonal e ao espaço viário.

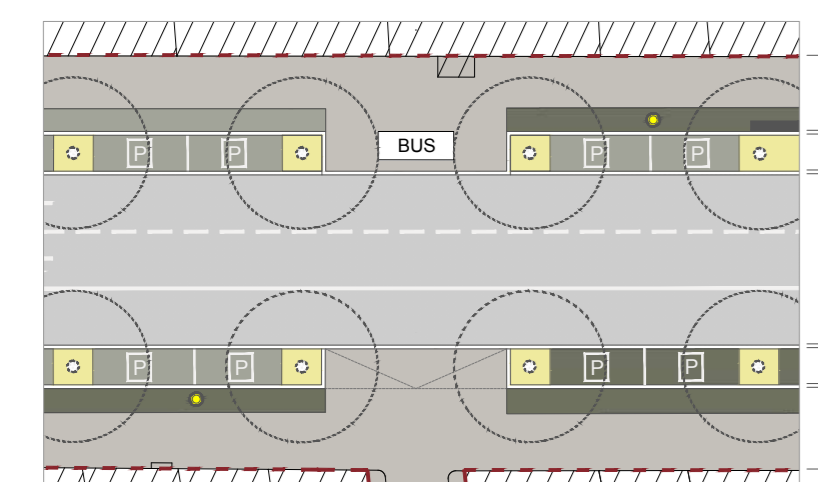
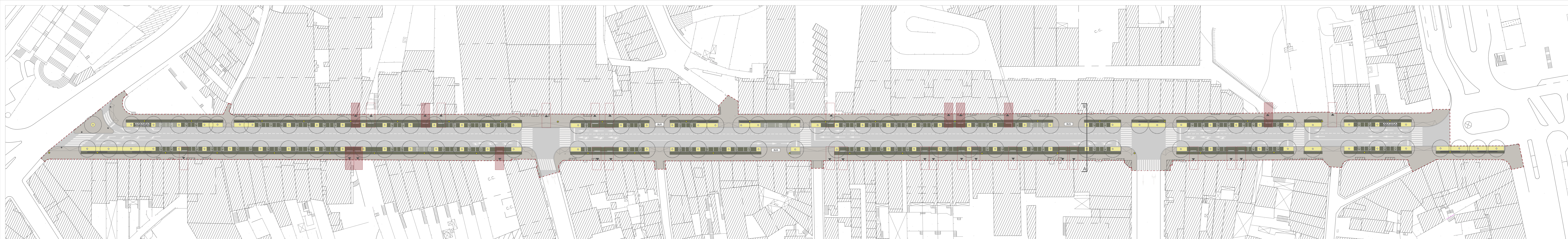
Tabela 11.3 – Descrição simplificada da versão 1 da proposta de intervenção para a Rua de Pinto Bessa.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	• Modelo 9: Rua larga com alinhamento central de árvores de copa muito larga.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Composição simétrica, marcada por um espaço de arborização ao centro da rua, criando uma separação nos espaços viários; • Largura: 2,95m; • O posicionamento do espaço da arborização ao centro da rua permite atingir o objetivo de usar a maior árvore possível para o espaço disponível; • Relação com malha urbana: cruzamentos/entroncamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; • Condicionantes estruturantes: interseções (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	• Central (singular); relativamente contínuo, apenas interrompido para cruzamentos/entroncamentos e atravessamento de peões;
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade: 1 espécie (+ 1 espécie para pontuação); • Alinhamento constituído por árvores de copa muito larga, como o <i>Platanus x acerifolia</i>, <i>Platanus orientalis</i>, <i>Celtis australis</i> ou <i>Tilia tomentosa</i> criteriosamente pontuado com árvores de copa estreita e folha persistente, como <i>Cupressus sempervirens</i>; • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 40,4% (proporção da área total do troço em análise).

Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Compasso de plantação: 10m entre árvores em faixa permeável contínua; (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas); • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Ao centro do espaço de arborização, as cotas são mais baixas que as dos espaços confinantes, para estimular a recepção das águas, garantindo, no entanto, concordância altimétrica nos limites de contacto com os espaços confinantes; • Área permeável: 11,3% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais parecem não entrar em conflito com o espaço da arborização.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • A faixa de arborização pode incluir outros usos (equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excepcional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual¹³); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.
Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: cerca de 3,00m de largura (varia entre 2,70m 3,40m).
Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passadeiras.
Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.

¹³ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Duas faixas de rodagem, separadas por uma placa central (4,30m de largura cada) e uma banda para estacionamento de cada lado (2,10m de largura).
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Cada faixa de rodagem inclui um sentido de circulação, organizando-se do seguinte modo: <ol style="list-style-type: none"> 1) Uma via de tráfego misto, com largura 3,00m, localizada junto à banda de estacionamento, do lado direito; 2) Uma ciclovia, com largura 1,30m, com apenas um sentido, adjacente ao espaço de arborização central, do lado esquerdo. • Em alternativa, poderia suprimir-se o estacionamento e a ciclovia de modo a permitir a criação de uma segunda via de trânsito automóvel de cada lado.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro das faixas de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.



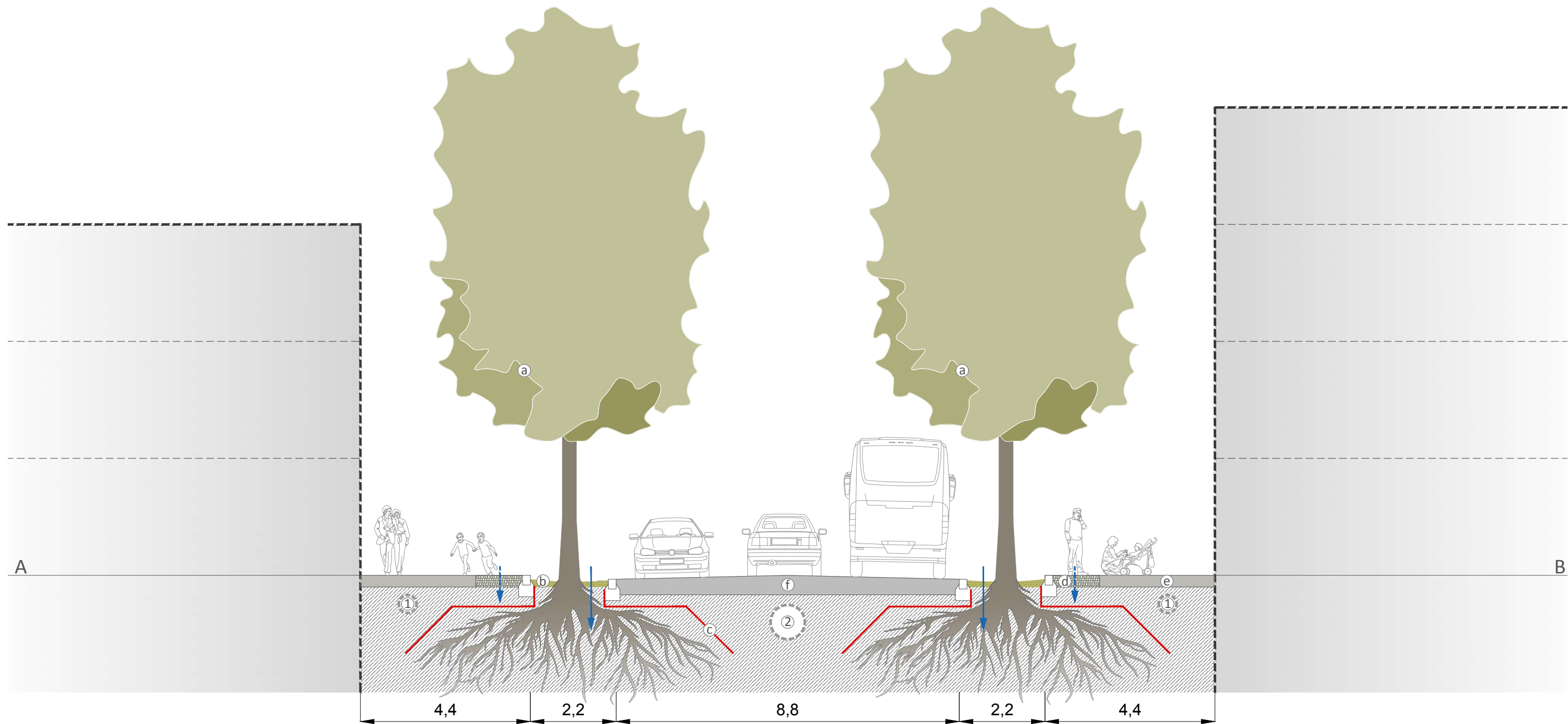
Espaço pedonal
Espaço da arborização
Espaço viário
Espaço da arborização
Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos

- Paragem de autocarros
- Zonas de estadia/ de sentar
- Semáforos
- Iluminação pública

- Árvores de copa média-larga, (tipo *Aesculus hippocastanum*)
- Árvores copa média-larga, de pontuação (tipo *Aesculus x carnea*)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-larga (tipo *Aesculus hippocastanum*)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓓ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua Pinto Bessa

PROTÓTIPO 8 - RUA LARGA - versão 2

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Pinto Bessa, versão 2)



Figura 11.8 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 11.9 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira; e espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 11.10 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga, em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 11.11 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com três vias de trânsito (dois sentidos) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 11.12 - Ilustração comparativa para a Rua de Pinto Bessa: a) situação existente (fonte: Google, data: 02/2022); b) proposta de intervenção (versão 2).

Versão 2

A segunda proposta para a Rua de Pinto Bessa pretende ilustrar uma solução de arborização de arruamento mais comum, em que os espaços de arborização se localizam nas laterais da rua e onde se articulam com outras funções, como o estacionamento. Para permitir maiores fluxos de circulação de veículos e múltiplas oportunidades de estacionamento, esta versão apresenta áreas permeáveis significativamente mais reduzidas, que surgem geralmente sob a forma de caldeiras, o que se traduz num índice de permeabilidade muito baixo.

Tabela 11.3 – Descrição simplificada da versão 2 da proposta de intervenção para a Rua de Pinto Bessa.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Modelo aplicado	<ul style="list-style-type: none"> Modelo 6: Rua larga com alinhamento bilateral de árvores de copa média-larga.
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais; Largura: 2,10m; Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com os outros elementos e condicionantes; Relação com malha urbana: cruzamentos/entroncamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada e limites dos lotes; Condicionantes estruturantes: entradas de garagem, estacionamento, paragens de autocarro e interseções (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> Bilateral, maioritariamente emparelhado; relativamente descontínuo, especialmente devido às entradas de garagem, interseções com outras ruas e estacionamento;
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade: 2 espécies; Alinhamentos constituídos por árvores de copa média-larga; composição formada maioritariamente por <i>Aesculus hippocastanum</i>, <i>Melia azedarach</i>, <i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata' ou <i>Liriodendron tulipifera</i> 'Fastigiatum' marcada pela presença de <i>Aesculus x carnea</i> em pontos de interseção com outras ruas; Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 33,5% (proporção da área total do troço em análise).

Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: cerca de 5,00m; • Compasso de plantaçaõ variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) 8,50m entre árvores em faixa permeável contínua; 2) 12,00m entre árvores intercaladas com estacionamento (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas semipermeáveis, intercaladas com zonas permeáveis, geralmente sob a forma de caldeiras individualizadas; • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que as dos espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: 4,5% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com esta abordagem.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização); • Paragens de autocarros; • Equipamentos de deposição de resíduos; • Zonas de estadia/esplanadas; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual¹⁴); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparamento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.
Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: 4,20m de largura (varia entre 4,00m e 4,50m).
Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passadeiras.

¹⁴ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Uma faixa de rodagem ao centro da rua, com 9,10m de largura total.
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Três vias de trânsito, destinadas a tráfego misto (uma no sentido noroeste-sudeste/descendente e duas no sentido sudeste-noroeste/ascendente), com largura 3,00m/3,10m.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

12. Proposta de intervenção para a Rua de Gondarém

12.1. Análise da situação existente

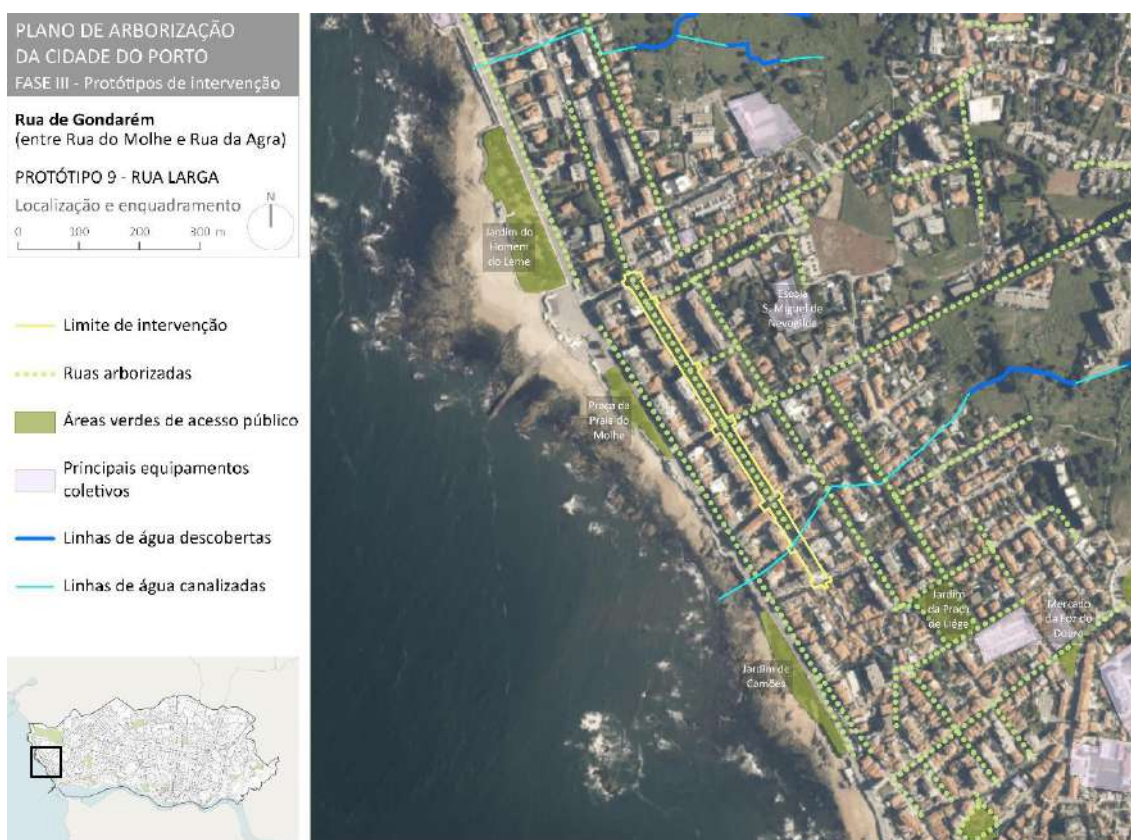


Figura 12.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Gondarém.

Tabela 12.1 – Sumário da situação existente da Rua de Gondarém.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesia: União de Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde;</p> <p>Zona: ocidental;</p> <p>Bacia hidrográfica: percorre duas bacias, sendo a mais relevante a da Ribeira da Ervilheira;</p> <p>Fisiografia: altitude 15-17m; declive 0,3%;</p> <p>Orientação: norte-sul.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: a própria rua constitui uma área verde de elevado valor ecológico e está parcialmente localizada sobre um corredor verde complementar (Carta de Estrutura Ecológica);</p> <p>Estrutura viária: classificada como rua de provimento local.</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo II (100%; Carta de Qualificação do Solo);</p> <p>Valor patrimonial: área de interesse urbanístico ou arquitetónico – Frente marítima – Zona residencial da Foz (Carta de Património I - Património Urbanístico e Arquitetónico e Património Natural).</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do troço: 585m;</p> <p>Largura média do troço: 21,9m;</p> <p>Largura média dos passeios: 4m.</p>
Arborização	<p>Estado atual: arborização associada a desenho urbano de caráter histórico ou referencial; arborizada; elementos arbóreos com dimensão e/ou posicionamento desadequado;</p> <p>Espécie dominante: <i>Platanus x acerifolia</i>;</p> <p>Índices: n.º árvores: 64 (10,9 inds./100m); coberto arbóreo: 54,2%.</p>
Organização viária	<p>Vias de trânsito: uma, no sentido norte-sul;</p> <p>Estacionamento: “em espinha”, de ambos os lados da rua.</p>

12.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua de Gondarém visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao trecho em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua de Gondarém pode ser consultado na Tabela 12.2.

Tabela 12.2 – Programa para a intervenção na Rua de Gondarém.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none">• Manter a arborização existente, considerando a sua substituição futura por árvores da mesma espécie (bom desempenho na proximidade marítima e alta tolerância);• Manter a tipologia de arborização (bilateral) de forma a preservar o carácter histórico-referencial da rua;• Introduzir árvores de pontuação na proximidade de cruzamentos/entroncamentos;• Aumentar a largura dos passeios para promover a circulação pedonal;• Otimizar o espaço dedicado à circulação automóvel;• Manter apenas um sentido de trânsito;• Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana existente.

Para uma rua larga de largura entre os 20,5m e os 22m, o “Plano” sugere duas possíveis soluções: o modelo 5, com alinhamento central de árvore de copa larga, e o modelo 6, com alinhamento bilateral de árvore média-larga. Contudo, esta é uma rua com arborização associada a desenho urbano de carácter histórico (zona balnear) e por isso, considerou-se que a proposta de intervenção nesta rua implica a observação de outros fatores prioritários, fora do âmbito do anterior relatório, o “Plano”. Tendo em conta que é uma rua com alinhamentos bilaterais de plátanos - uma árvore tradicionalmente utilizada nas zonas balneares –, a proposta deverá passar por manter estas árvores, procurando o reposicionamento dos alinhamentos na rua e mantendo frequentes operações de manutenção para controlo das copas para evitar um conflito tão intenso com o edificado.

12.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Gondarém

Tal como na Rua do Duque de Saldanha, prevê-se para a Rua de Gondarém uma intervenção faseada que considera a manutenção de árvores pré-existentes, apresentando por isso uma proposta inicial e uma proposta final. A proposta inicial divide-se em duas soluções (versões iniciais 1 e 2) que têm como principal diferença a tipologia de estacionamento na rua. As duas soluções iniciais têm como objetivo evoluir para o cenário apresentado na versão final, em que todas as árvores terão sido substituídas e o paradigma de estacionamento terá se alterado.

- **Versão inicial 1**, que representa a fase inicial de implantação de novas árvores, tirando partido das existentes e mantendo a tipologia de estacionamento perpendicular;

- **Versão inicial 2**, que representa a fase inicial de implantação de novas árvores, tirando partido das existentes e convertendo a tipologia atual de estacionamento em estacionamento em paralelo;
- **Versão final**, que representa o evoluir da intervenção, para uma fase em que todas as árvores atualmente existentes já terão sido removidas e os alinhamentos da nova arborização se estabilizam, com estacionamento em paralelo.

Estas propostas estão representadas num conjunto de peças gráficas (Figura 12.2), que se podem consultar nas páginas seguintes com maior detalhe.

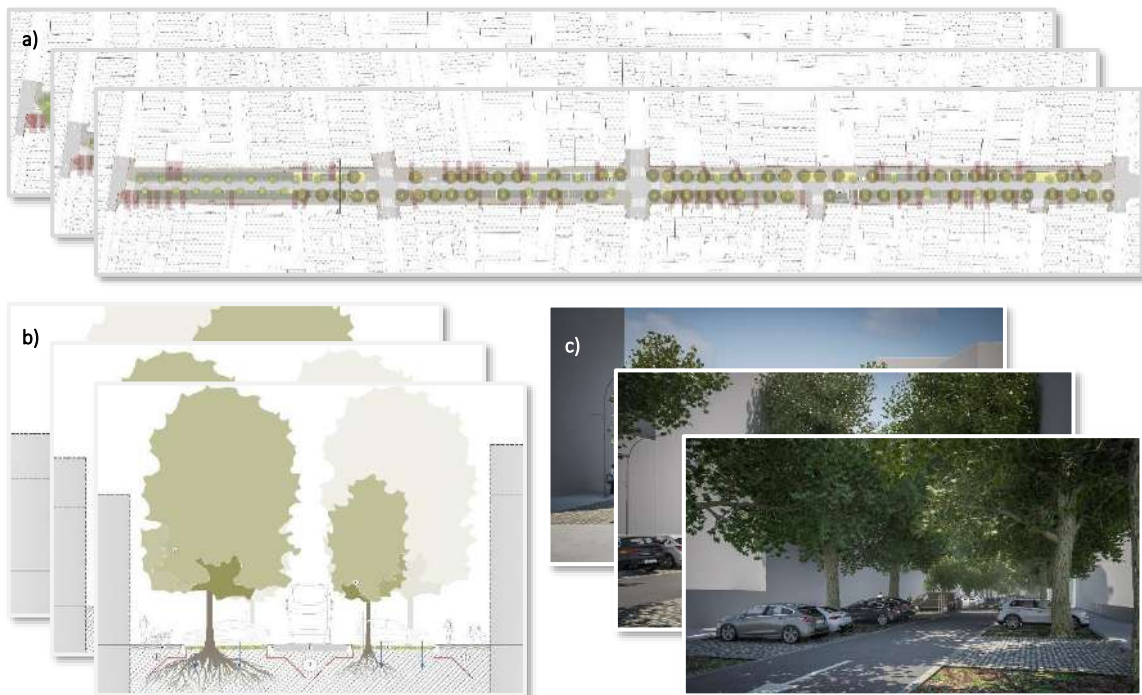
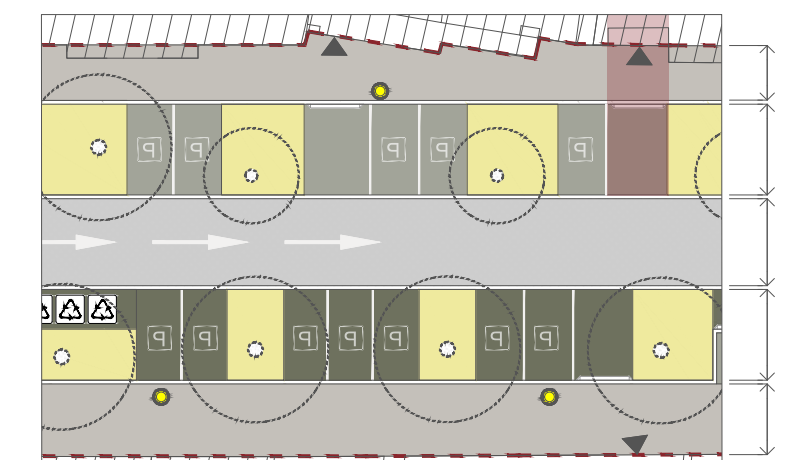


Figura 12.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas às propostas de intervenção para a Rua de Gondarém: a) plantas, b) cortes e c) visualizações.

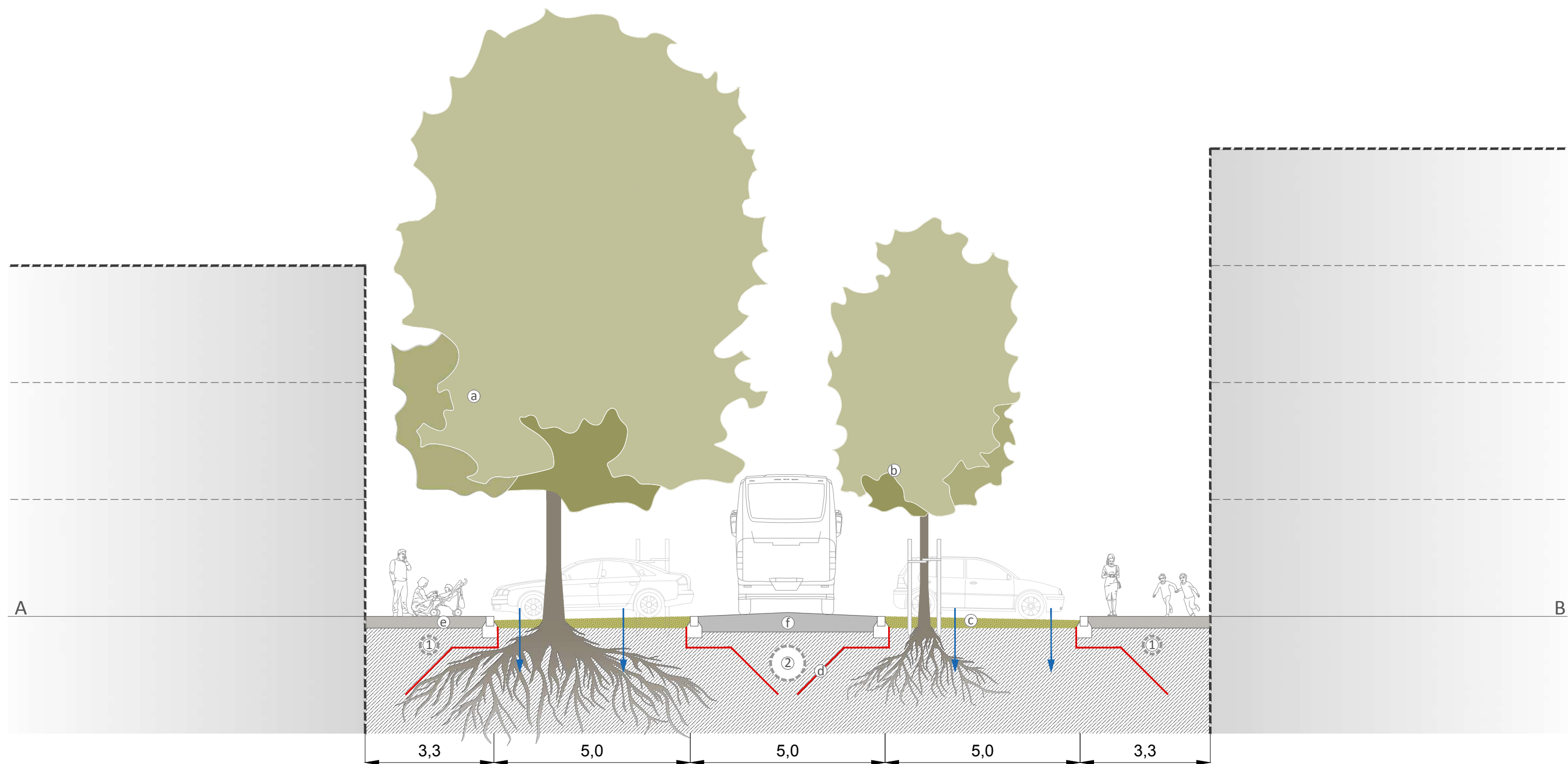


Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos
- Zonas de estadia/ de sentar
- Iluminação pública

- Árvores existentes (*Platanus x acerifolia*)
- Árvores de copa muito larga em crescimento controlado (tipo *Platanus x acerifolia*)
- Árvore de pontuação de copa média-estreita (tipo *Metrosideros excelsa*)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores existentes (*Platanus x acerifolia*)
- Ⓑ Árvores de copa muito larga, em crescimento (tipo *Platanus x acerifolia*)
- Ⓒ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓓ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓕ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Gondarém

PROTÓTIPO 9 - RUA LARGA - versão inicial 1

Corte transversal para um cenário estimado nos primeiros 5-10 anos Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/100



Visualizações (Rua de Gondarém, versão inicial 1)



Figura 12.3 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).



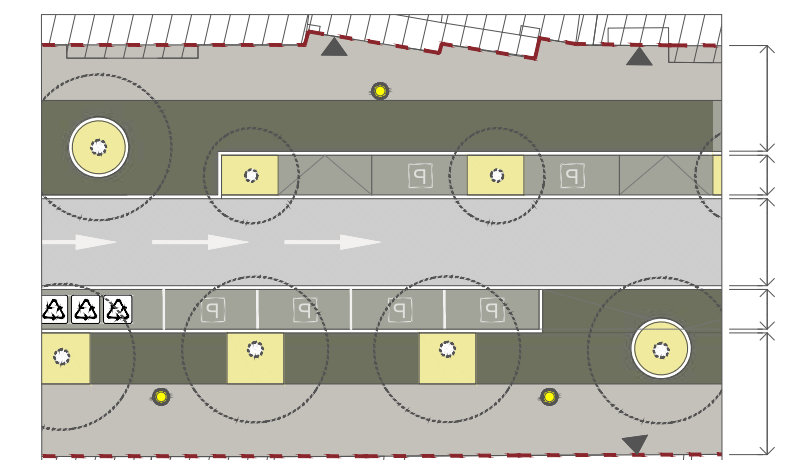
Figura 12.4 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 12.5 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).



Figura 12.6 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento liso (circulação universal).

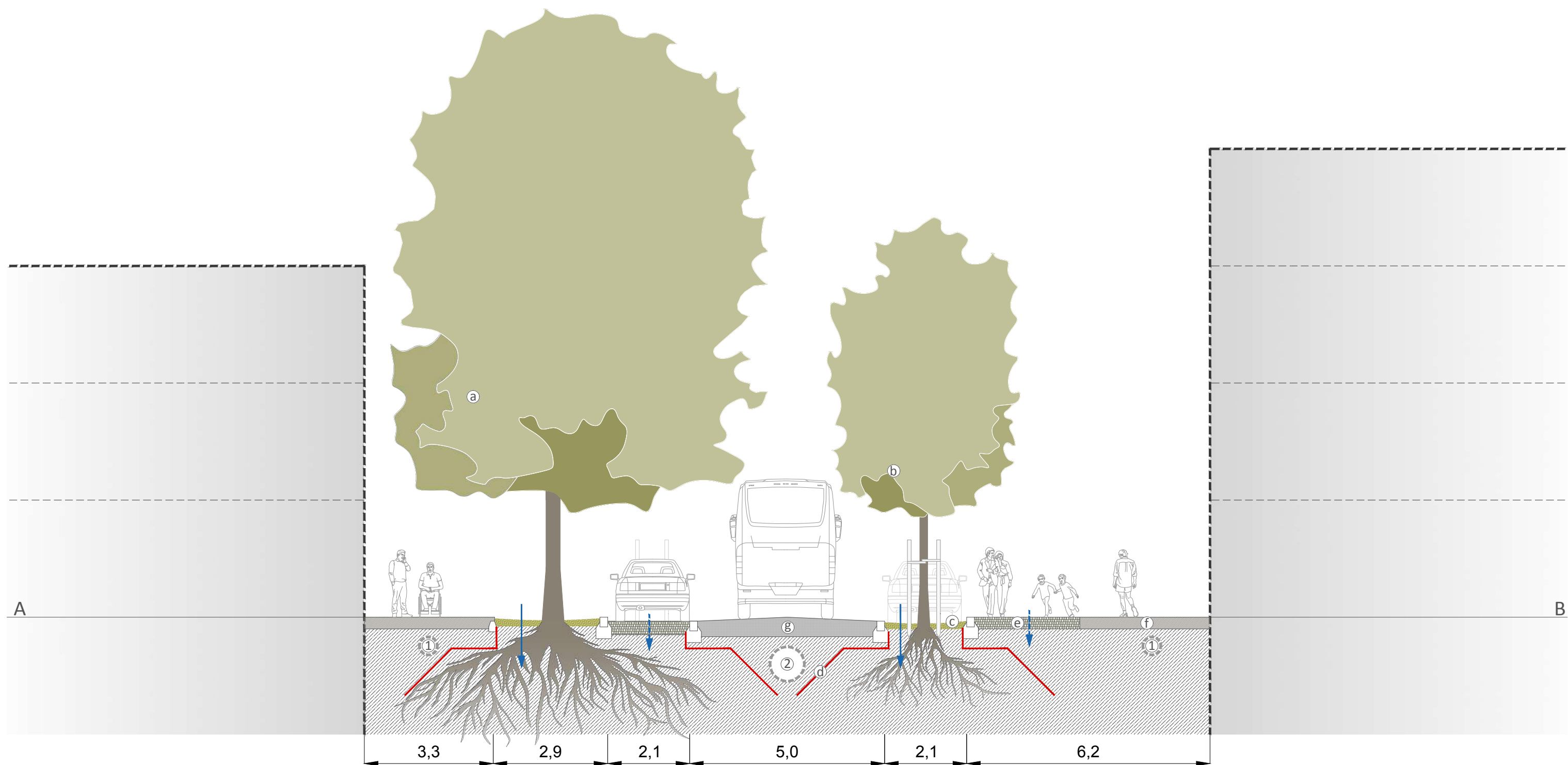


Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos
- Zonas de estadia/ de sentar
- Iluminação pública

- Árvores existentes (*Platanus x acerifolia*)
- Árvores de copa muito larga em crescimento controlado (tipo *Platanus x acerifolia*)
- Árvore de pontuação de copa média-estreita (tipo *Metrosideros excelsa*)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores existentes (*Platanus x acerifolia*)
- Ⓑ Árvores de copa muito larga, em crescimento (tipo *Platanus x acerifolia*)
- Ⓒ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓓ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓔ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓕ Pavimento liso
- Ⓖ Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓖ Pavimento viário
- Ⓗ Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Gondarém

PROTÓTIPO 9 - RUA LARGA - versão inicial 2

Corte transversal para um cenário estimado nos primeiros 5-10 anos Fevereiro de 2023

ESCALA: 1/100



Visualizações (Rua de Gondarém, versão inicial 2)



Figura 12.7 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



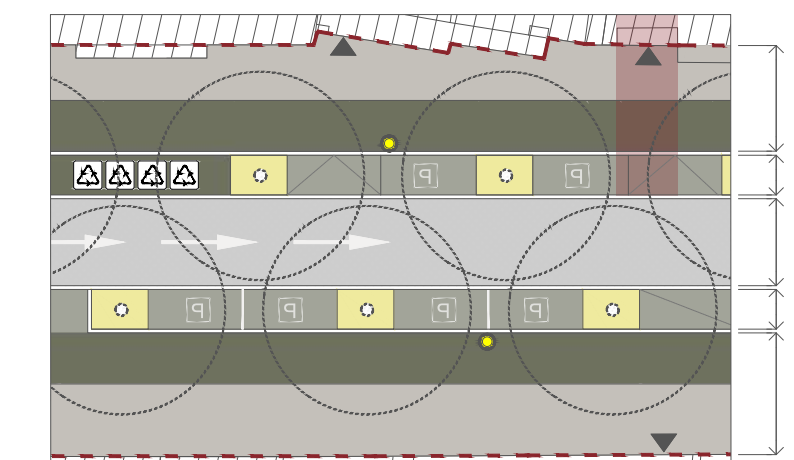
Figura 12.8 - Vista a partir do espaço de arborização do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 12.9 - Vista a partir do eixo da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).



Figura 12.10 - Vista a partir da zona de estacionamento do lado nascente da rua: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga, propostas e existentes (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).

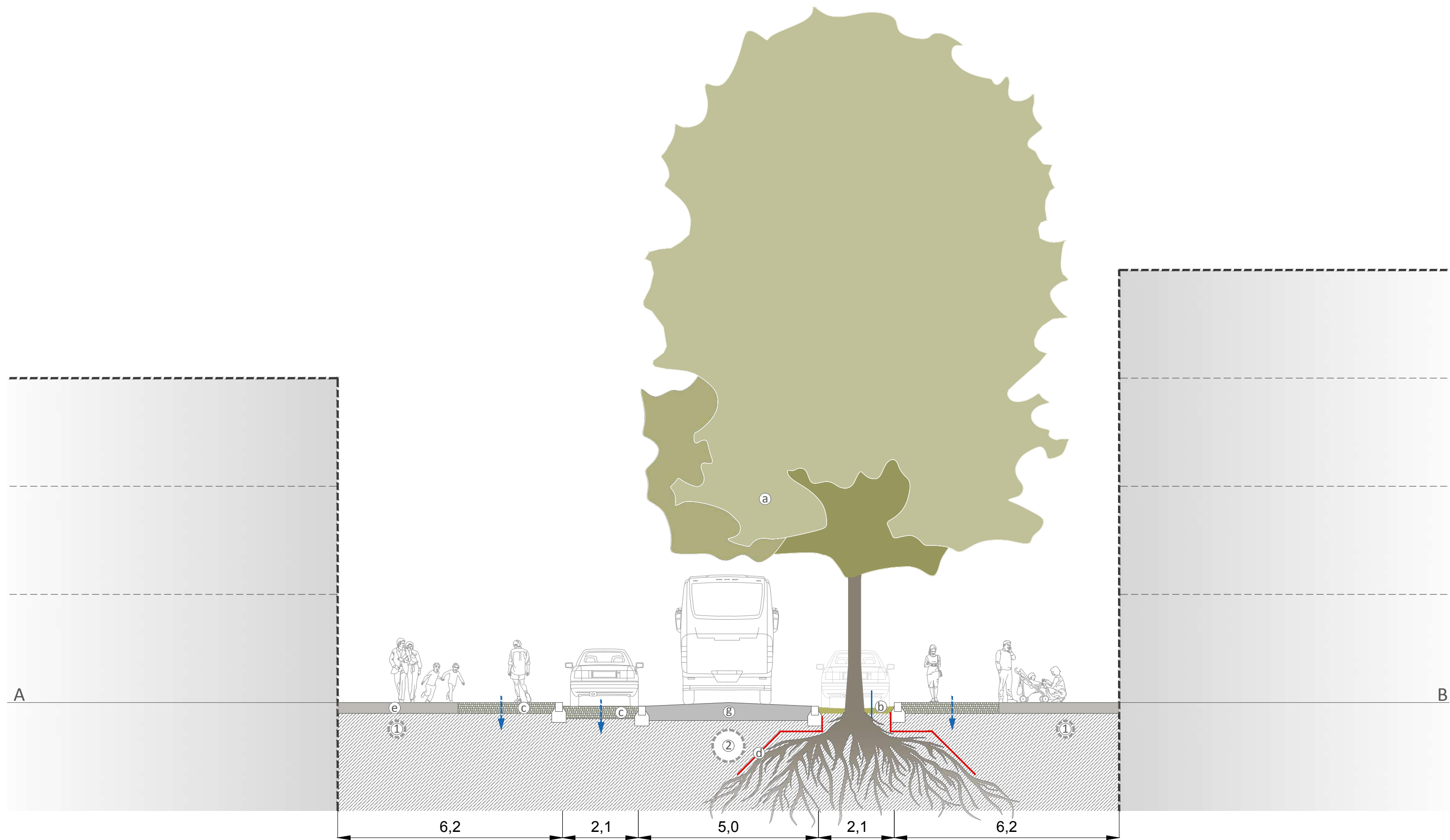


Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos
- Zonas de estadia/ de sentar
- Iluminação pública

- Árvores de copa muito larga em crescimento controlado (tipo *Platanus x acerifolia*)
- Árvore de pontuação de copa média-estreita (tipo *Metrosideros excelsa*)

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário



Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa muito larga (tipo *Platanus x acerifolia*)
- Ⓑ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓒ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓓ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço pedonal

- Ⓒ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓔ Pavimento liso
- ① Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Espaço viário

- Ⓖ Pavimento viário
- ② Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Gondarém

PROTÓTIPO 9 - RUA LARGA - versão final

Corte transversal para um cenário plenamente desenvolvido

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Gondarém, versão final)



Figura 12.11 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*) em caldeira e em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 12.12 - Vista a partir do passeio do lado poente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal) e zona de estadia/ de sentar; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*) em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 12.13 - Vista a partir do passeio do lado nascente da rua: espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*) em caldeira; espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização.



Figura 12.14 - Vista a partir do espaço viário: espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul) e zona de estacionamento que tira partido do espaço da arborização; espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa muito larga (*Platanus x acerifolia*), em caldeira; espaço pedonal com bandas de pavimento rugoso e liso (circulação universal).

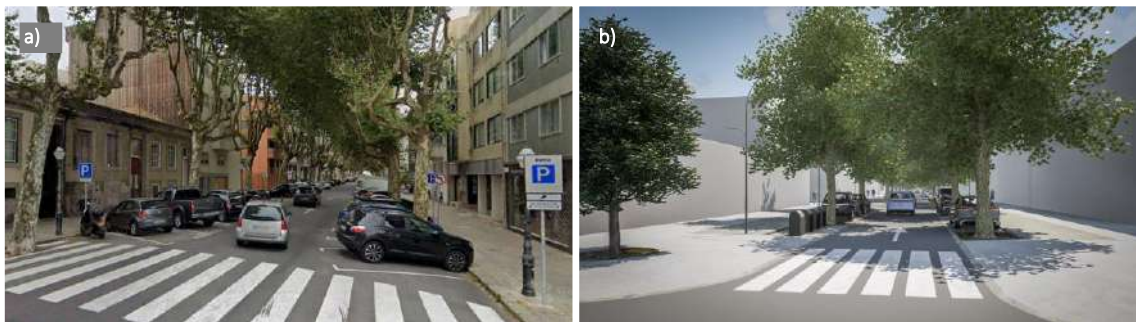


Figura 12.15 - Ilustração comparativa para a Rua de Gondarém: a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2022); b) proposta de intervenção (versão final).

A proposta de intervenção da Rua de Gondarém desenvolve-se no âmbito de uma rua em zona balnear de valor referencial, em que a arborização com plátanos, neste contexto, é muito característica, devendo, por isso, ser mantida. A proposta prevê-se evolutiva desde uma fase inicial (versões iniciais 1 e 2), onde se mantém a maioria das árvores pré-existentes, até uma fase avançada (versão final) dominada por novos alinhamentos e um espaço de arborização claramente afirmado. Nesta fase avançada, há um acréscimo de espaço livre pedonal, como consequência do posicionamento das árvores mais próximas do eixo da rua e da substituição do estacionamento existente, “em espinha”, por estacionamento paralelo, menos consumista em espaço público. Os passeios ficam bastantes amplos, criando melhores condições de circulação e estadia pedonais, promovendo a qualidade de vivência da rua. As versões iniciais oferecem dois cenários possíveis a curto prazo, que diferem essencialmente na tipologia de estacionamento. A **versão inicial 1** propõe um reforço da arborização, com realocação gradual dos alinhamentos, preservando o atual estacionamento perpendicular ao eixo da rua. Esta é uma versão de implementação mais fácil pois não implica uma alteração dos usos atuais da rua. A **versão inicial 2** é uma solução mais arrojada que propõe repensar totalmente o estacionamento da rua numa fase inicial de intervenção.

Tabela 12.3 – Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua de Gondarém.

Espaço da ARBORIZAÇÃO

Modelo aplicado

- Não se aplica – rua com arborização associada a desenho urbano de carácter histórico ou referencial (zona balnear); rua larga com alinhamento bilateral de árvores de copa muito larga, sujeitas a poda regular.

Composição espacial

- Composição simétrica, marcada pelo posicionamento de dois espaços de arborização entre o espaço viário central e os espaços pedonais laterais;
- A largura, numa primeira intervenção em que se preserve a arborização existente, varia entre 2,10m a 4,8m; numa versão final em que a arborização já terá sido toda reposta, a largura será 2,10m;
- Espaços de arborização localizados nas laterais da rua, onde melhor se articulam com outros elementos e condicionantes;
- Relação com malha urbana: cruzamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; adequação ao edificado existente, do ponto de vista da relação com as fachadas e limites dos lotes;

	<ul style="list-style-type: none"> • Condicionantes estruturantes: cruzamentos, entradas de garagem, paragens de autocarro e estacionamento (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> • Bilateral; desfasado; descontínuo.
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade: 1 espécie (+1 ocasional espécie de pontuação); • Alinhamentos constituídos por <i>Platanus x acerifolia</i> (árvores de copa muito larga, conduzidas em talhadia alta); • Árvore de pontuação, do tipo <i>Metrosideros excelsa</i>; • Estimativa de coberto arbóreo em fase avançada de estabilização da arborização de arruamento: 68,3% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: cerca de 7m; • Compasso de plantação: 12,00m. (métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominado por zonas semipermeáveis, intercaladas com algumas zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas/caldeiras); • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • Cotas mais baixas que as dos espaços pedonais e viários, de modo a estimular a receção das águas; • Área permeável: 3,7% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos ou um lugar e uma entrada de garagem, intercalados com elementos de arborização); • Equipamentos de deposição de resíduos; • Paragens de autocarro; • Zonas de estadia/esplanadas; • Para além dos ilustrados na proposta, a faixa de arborização pode incluir outros usos (mais lugares de estacionamento, equipamentos de estadia/esplanada, ajardinamento, etc.).
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento controlado, com podas bianuais/trianuais, para condução da copa em forma de “túnel”, garantindo, pelo menos, o afastamento de 1m das fachadas/limites laterais da rua; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual¹⁵); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho;

¹⁵ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro);

3) subarbustos e herbáceas vivazes - aparramento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.

Espaço pedonal	
Composição espacial	• Passeios junto aos limites laterais da rua: varia entre 4m e 6,60m de largura.
Relação altimétrica com espaços confinantes	• Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço viário confinante – até 0,10m); • Concordância altimétrica total com as passarelas.
Pavimentos e permeabilidade	• Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda externa do passeio com pavimento “rugoso”, i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular, etc., a ocupar cerca de 1/3 da largura do passeio.
Infraestruturas subterrâneas	• Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	• Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elemento de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	• Uma faixa de rodagem ao centro da rua, com 5,00m de largura total.
Vias de trânsito (vias de circulação)	• Uma via de trânsito automóvel, no sentido norte-sul, com 5,00m de largura.
Infraestruturas subterrâneas	• Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro da faixa de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

13. Proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis

13.1. Análise da situação existente

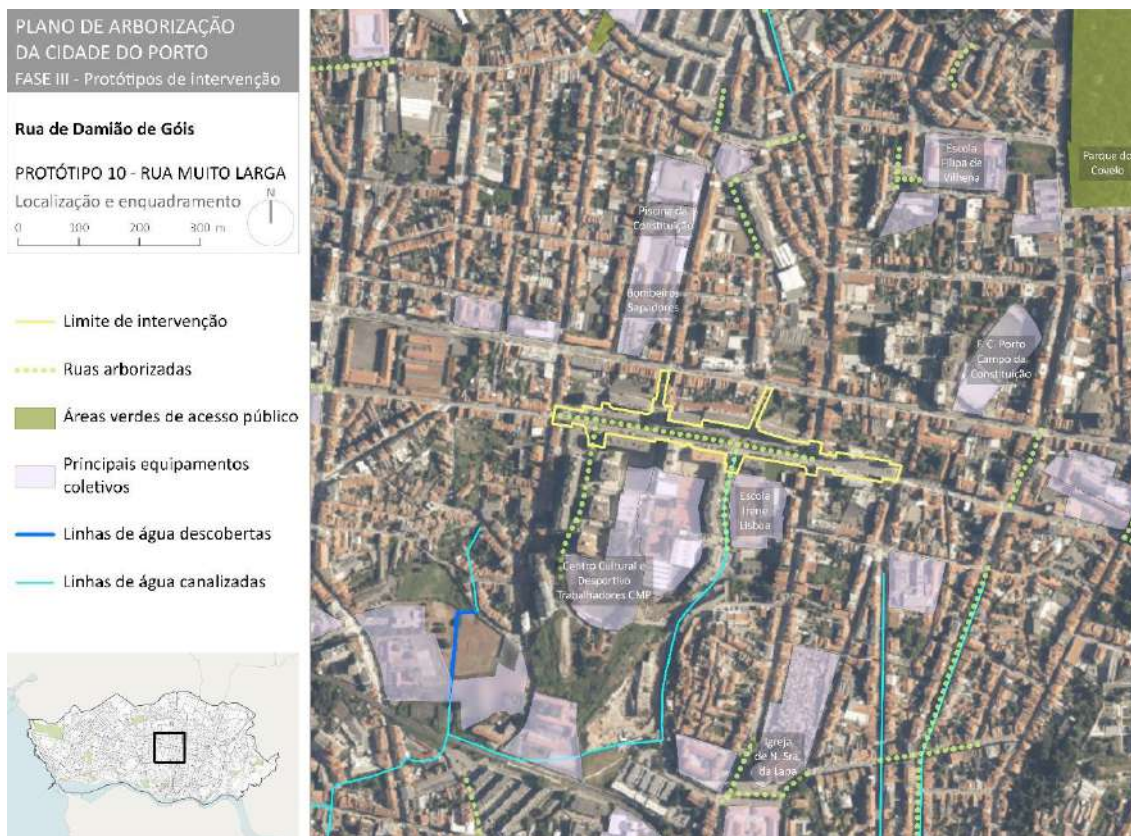


Figura 13.1 – Localização e enquadramento do troço em estudo da Rua de Damião de Góis.

Tabela 13.1 – Sumário da situação existente da Rua de Damião de Góis.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Localização e contexto	<p>Freguesia: Cedofeita (União de Freguesias do Centro Histórico do Porto);</p> <p>Zona: central;</p> <p>Bacia hidrográfica: Ribeira de Massarelos/Vilar;</p> <p>Fisiografia: altitude 129-139m; declive 2,1%;</p> <p>Orientação: este-oeste.</p>
Redes de conectividade (PDM; CMP, 2021)	<p>Estrutura ecológica municipal: incluída na rede de conexão (Carta de Estrutura Ecológica);</p> <p>Mobilidade suave: parcialmente integrada na rede pedonal estruturante (percurso eficiente; Carta de Infraestruturas de Modos Suaves); inserida na rede de ciclovias do programa “Portugal Ciclável 2030”</p> <p>Transportes coletivos: incluída na proposta de corredores de autocarro de alta qualidade (Carta de Infraestruturas de Transportes Coletivos);</p> <p>Estrutura viária: classificada como eixo urbano estruturante (Carta de Estrutura Viária).</p>
Malha urbana e edificado envolvente (PDM; CMP, 2021)	<p>Qualificação do solo: área de frente urbana contínua do tipo II (100%; Carta de Qualificação do Solo);</p>
Dimensões gerais	<p>Comprimento do troço: 578m;</p> <p>Largura média: 38,5m a poente da R. Antero Quental; 25,4m a nascente da R. Antero Quental;</p> <p>Largura média dos passeios: 4m (com grande intervalo de variação).</p>

Arborização	<p>Estado atual: arborizada a poente da R. Antero Quental; não arborizada a nascente da R. Antero Quental;</p> <p>Espécie dominante: <i>Populus alba</i> (variedade cultivada de copa estreita);</p> <p>Índices: n.º árvores: 89 (15,4 inds./100m, considerando apenas a parte arborizada); coberto arbóreo: 13,5%.</p>
Organização viária	<p>Vias de trânsito:</p> <p>- a poente da R. Antero Quental, manifestam-se três vias de trânsito junto ao lado sul da rua, de sentido poente-nascente, sendo uma das vias exclusiva a transportes coletivos; existe ainda uma outra via de trânsito, em sentido inverso, junto ao lado norte, separada das anteriores por placa central;</p> <p>- a nascente da R. Antero Quental, existem quatro vias de trânsito, sendo três no sentido poente-nascente (uma delas reservada a transportes públicos) e uma no sentido nascente-poente.</p> <p>Estacionamento: predominância de estacionamento “em espinha”, ocorrendo de forma variável de ambos os lados e ao centro da rua.</p>

13.2. Definição do programa e seleção do modelo

A proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis visa aplicar os **princípios** que guiaram todo o trabalho do Plano de Arborização ao troço em estudo, ajustando-se também às necessidades e exigências identificadas na análise da **situação existente**. Deste modo, foi delineado um **programa** para a intervenção, que define os seus objetivos e ajuda a orientar as decisões de modelo e de projeto. O programa para a Rua de Damião de Góis pode ser consultado na Tabela 13.2.

Tabela 13.2 – Programa para a intervenção na Rua de Damião de Góis.

PROGRAMA	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar árvores ripícolas (eficiência de crescimento e beneficiação microclimática); • Introduzir espécies perenifólias pontualmente, em situações que não ensombrem as fachadas; • Criar um canal de drenagem superficial (SUD); • Aumentar o espaço de mobilidade pedonal, garantindo zonas de estadia e de recreio; • Reduzir o espaço dedicado à circulação automóvel, reduzindo a largura das vias de circulação (dissuadindo o estacionamento em 2ª fila) e o número de vias; • Manter os dois sentidos de trânsito, no troço a este da R. de Antero Quental; • Considerar apenas um sentido de trânsito, no troço a oeste da R. de Antero de Quental; • Reduzir/adequar o estacionamento na rua em relação às características de estrutura viária formuladas no PDM (eixo estruturante); • Integrar/suavizar a heterogeneidade da frente urbana instalada.

Para uma rua muito larga de largura entre os 35,5m e os 48,5m, o “Plano” sugere seis possíveis soluções: o modelo 13, com alinhamento múltiplo de árvore de copa larga (central) e árvore de copa média-larga (lateral); o modelo 14, com alinhamento múltiplo de árvore de copa média-larga (central duplo) e árvore de copa média-estreita (lateral); o modelo 15, com alinhamento bilateral de árvore muito larga; o modelo 16, com alinhamento central duplo de árvore muito

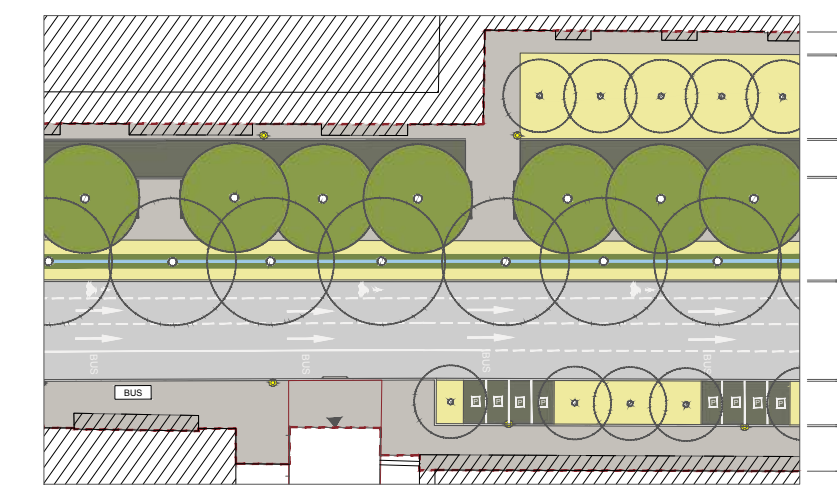
larga; o modelo 17, com alinhamento múltiplo de árvore de copa muito larga (central) e árvore de copa média-estreita (lateral); o modelo 18, com alinhamento múltiplo de árvore de copa larga (central duplo) e árvore de copa média-estreita (lateral). Tendo em conta as características desta rua, a sua largura e o programa traçado, considerou-se que o modelo selecionado para esta rua deverá: 1) permitir maximizar a permeabilidade e o coberto arbóreo, procurando introduzir árvores largas e muito largas distribuídas em extensas faixas permeáveis; 2) otimizar o espaço público criando oportunidades de estadia e de fruição para os peões; 3) diminuir o espaço dedicado à circulação viária. Por isso, os modelos de arborização que melhor se adequam são o modelo 17 com alinhamento múltiplo com alinhamento central e modelo 18 com alinhamento múltiplo com alinhamento central-duplo. O **modelo 18** será adotado ao troço da rua muito larga, explorando o alinhamento múltiplo com alinhamento central-duplo, em que o espaço viário principal será concentrado a sul do alinhamento central com apenas um sentido de trânsito. No troço de rua larga, a nascente da rua de Antero de Quental, explorou-se uma solução diferente adotando o **modelo 17**, que permitirá albergar dois sentidos de trânsito.

13.3. Projeto de arborização do espaço público da Rua de Damião de Góis

A proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis materializa-se nas peças gráficas que a seguir se apresentam (Figura 13.2). A sua observação detalhada será feita nas páginas subsequentes.



Figura 13.2 – Representação simplificada do conjunto de peças gráficas relativas à proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis: a) planta, b) corte e c) visualizações.



Espaço pedonal
 Espaço da arborização
 Espaço viário (condicionado)
 Espaço da arborização (jardim linear)
 Espaço viário
 Espaço da arborização
 Espaço pedonal

- Acesso a garagens
- Passadeiras
- Ciclovia
- Estacionamento
- Resíduos sólidos urbanos
- Paragem de autocarros

- Zonas de estadia/ de sentar
- Sistemas urbanos de drenagem sustentável (SUDS)
- Pilaretes fixos e retráteis
- Semáforos
- Iluminação pública

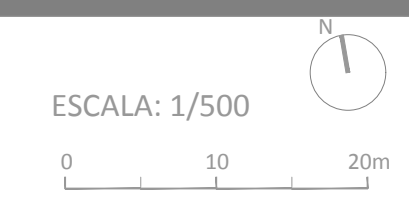
- Árvores de copa média-larga, caducifólias (tipo *Melia azedarach*, *Betula pubescens* ssp. *celtibérica*, etc.)
- Árvores de copa larga, caducifólias (tipo *Fraxinus angustifolia*, *Quercus palustris*, etc.)
- Árvores de copa muito larga, caducifólias (tipo *Platanus acerifolia*, *Platanus orientalis*, *Populus alba*, etc.)

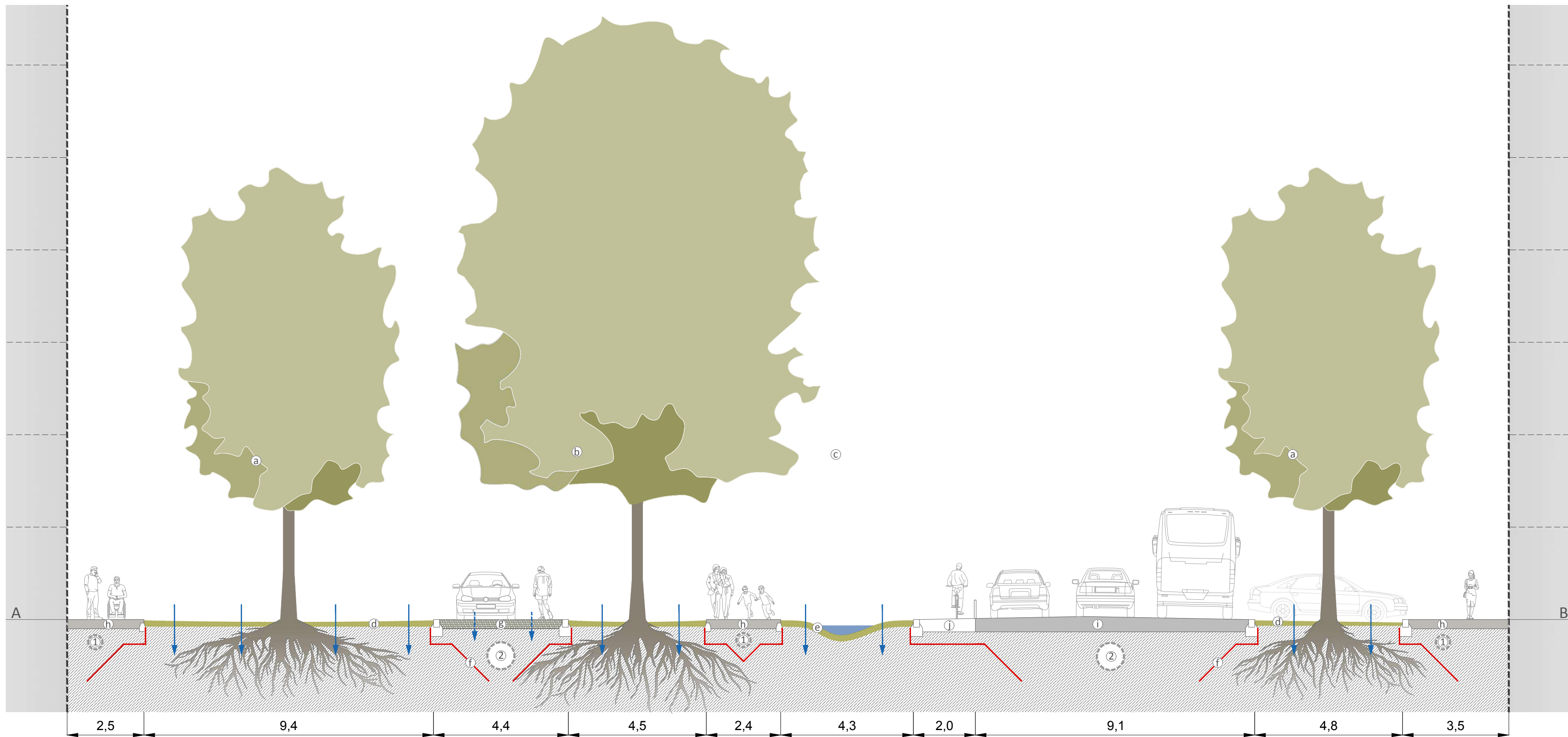
- Árvores de copa estreita, perenifólias (tipo *Cupressus sempervirens* 'Stricta')
- Árvores de copa larga, perenifólias (tipo *Grevillea robusta*, *Cupressus lusitanica*, *Pinus sylvestris*, etc.)
- Árvores de copa muito larga, perenifólias (tipo *Cedrus atlantica* 'Glauca', *Cedrus libani*, *Pinus pinea*, etc.)

- Árvores existentes a manter
- Bordaduras mistas de subarbustos e herbáceas vivazes

- Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Pavimento pedonal e/ou viário rugoso (semi-permeável)
- Pavimento pedonal liso
- Pavimento viário

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção
 Rua de Damião de Góis (entre R. do Monte Cativo e R. de S. Brás)
 PROTÓTIPO 10 - RUA MUITO LARGA
 Plano geral de intervenção. Fevereiro de 2023





Espaço da arborização

- Ⓐ Árvores de copa média-larga, (tipo *Melia azedarach*, *Betula pubescens* ssp. *celtibérica*, etc.)
- Ⓑ Árvores de copa larga, (tipo *Fraxinus angustifolia*, *Quercus palustris*, etc.)
- Ⓒ Árvores de copa muito larga, (tipo *Platanus acerifolia*, *Platanus orientalis*, *Populus alba*, etc.)

Espaço pedonal

- Ⓓ Revestimento herbáceo-arbustivo ou inerte (permeável)
- Ⓔ Sistemas urbanos de drenagem sustentável (SUDS)
- Ⓕ Barreira de separação entre a zona radicular e as estruturas construídas e infraestruturas

Espaço viário

- Ⓖ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- Ⓗ Pavimento liso
- ⓫ Infraestruturas (ex.: eletricidade, etc.)

Permeabilidade

- Ⓖ Pavimento rugoso (semi-permeável)
- ⓫ Pavimento viário
- ⓬ Pavimento para ciclovia
- ⓪ Infraestruturas (ex.: saneamento, etc.)

Permeabilidade

- Permeabilidade máxima
- - - Semi-permeabilidade

PLANO DE ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DO PORTO. FASE III - Protótipos de Intervenção

Rua de Damião de Góis

PROTÓTIPO 10 - RUA MUITO LARGA

Corte transversal para um cenário estimado de 15-20 anos

ESCALA: 1/100



Fevereiro de 2023

Visualizações (Rua de Damião de Góis)



Figura 13.3 - Vista a partir do passeio do lado sul da rua (secção ocidental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga em caldeira, alinhamento central-duplo de árvores de copa muito larga e árvores de copa larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito geral, uma via de transportes coletivos e uma ciclovia (sentido poente-nascente).



Figura 13.4 - Vista a partir do lado norte da rua, no jardim linear (secção ocidental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga e alinhamento central-duplo de árvores de copa muito larga e árvores de copa larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito geral, uma via de transportes coletivos e uma ciclovia (sentido poente-nascente).



Figura 13.5 - Vista a partir do lado norte da rua, no jardim linear para a rua do Monte Pedral (secção ocidental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamento lateral de árvores de copa média-larga e árvores de pontuação de copa muito larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com uma via de trânsito (sentido norte-sul).



Figura 13.6 - Vista a partir do passeio do lado norte da rua (secção oriental): espaço pedonal com pavimento liso (circulação universal); espaço da arborização com alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga e alinhamento central de árvores de copa muito larga em faixa contínua (com bordadura mista de subarbustos e herbáceas vivazes); espaço viário com duas vias de trânsito geral (dois sentidos), uma via de transportes coletivos (sentido poente-nascente) e uma ciclovia (sentido poente-nascente).



Figura 13.7 - Ilustração comparativa para a Rua de Damião de Góis; a) situação existente (fonte: Google, data: 07/2022); b) proposta de intervenção.

A proposta de arborização da Rua de Damião de Góis pretende trazer uma nova dinâmica e vivência do espaço público, tirando partido do espaço disponível nesta rua. Tendo em conta que é umas das ruas mais largas da cidade e se situa numa zona onde os espaços verdes escasseiam, procurou-se retirar espaço à mobilidade viária para maximizar as áreas permeáveis e criar oportunidades de recreio e estadia. A classificação deste eixo como eixo urbano estruturante dita a eliminação de grande parte do estacionamento, o que possibilita um aumento significativo da permeabilidade da rua através da transformação de parte da rua num jardim linear. Esta proposta pressupõe a revisão da arborização e a supressão de duas vias de trânsito que permitirá a inclusão de um alinhamento múltiplo de árvores de copa larga e muito larga, destacando-se a inclusão de uma solução de SUDS. Esta solução permitirá fazer face a episódios de grande precipitação através da acumulação temporária da água, permitindo uma melhor drenagem superficial das águas. Destaca-se também que, nesta proposta, se considerou pertinente abordar em conjunto com a rua de Damião de Góis um troço da rua do Monte Pedral e a rua do Sport Comércio e Salgueiros, devido a questões de mobilidade viária e de remate urbanístico. Estas ruas são classificadas como estreita e muito estreita, respetivamente, e a proposta de intervenção destas ruas permite ilustrar outras soluções de arborização de ruas com exiguidade de espaço. No troço da rua do Monte Pedral explorou-se um alinhamento unilateral de árvores de copa média-larga, que é possível devido ao afastamento das árvores às fachadas e à presença de apenas uma via de trânsito. De forma excepcional, na rua do Sport Comércio e Salgueiros propõe-se, também, um alinhamento unilateral, mas com o cuidado em utilizar árvores de pequena dimensão e que não cresçam demasiado em largura.

Tabela 13.3 - Descrição simplificada da proposta de intervenção para a Rua de Damião de Góis.

Espaço da ARBORIZAÇÃO	
Principais modelos aplicados	<ul style="list-style-type: none"> • Na secção ocidental (entre a rua do Monte Cativo e a rua de Antero de Quental): Modelo 18 (ajustado), rua muito larga com alinhamento múltiplo - central duplo de árvores de copa larga e de copa muito larga e bilateral de árvores de copa média-larga; • Na secção oriental (entre a rua de Antero de Quental e a rua de São Brás): Modelo 17, rua muito larga com alinhamento múltiplo – central de árvores de copa muito larga e bilateral de árvores de copa média-larga.

Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • A secção oriental tem uma composição simétrica, marcada por um espaço de arborização ao centro da rua, criando uma separação nos espaços viários, em conjunto com mais dois espaços de arborização laterais junto ao espaço pedonal; • A secção ocidental tem uma composição espacial assimétrica, em que os espaços de arborização e espaços pedonais a norte do espaço viário funcionam como um “jardim linear”; • A criação de múltiplos espaços de arborização permite maximizar a presença da árvore e de espaços permeáveis numa rua com estas características; • Largura: <ol style="list-style-type: none"> 1) Na secção ocidental: espaço lateral a sul do espaço viário – 5,00m; espaços a norte do espaço viário – varia entre 4,20 e 6,30m; 2) Na secção oriental: 3,00m (espaços laterais e centrais); • Relação com malha urbana: cruzamentos/entroncamentos constituem pontos de composição distintos e prioritários na geração do desenho do espaço; articulação com o edificado existente, do ponto de vista da relação com a fachada e limites dos lotes; • Condicionantes estruturantes: interseções, entradas de garagem, paragens de autocarro e desalinhamento da frente urbana (originam interrupções e irregularidades nos alinhamentos arbóreos e ao nível do solo).
Tipo de alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> • Na secção ocidental: múltiplo com central duplo e bilateral (com pequeno troço só com alinhamento bilateral e outro só com alinhamento múltiplo); desfasados; contínuos; • Na secção oriental: múltiplo com central singular e bilateral (com pequenos troços só com alinhamento central); desfasados; contínuos.
Árvores	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade: 5 espécies; • Na secção ocidental: composição formada por alinhamentos laterais de árvores de copa média-larga (do tipo <i>Melia azedarach</i>, <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtibérica</i> ou <i>Acer pseudoplatanus</i> ‘Erectum’) e por alinhamento central-duplo composto por árvores de copa larga (do tipo <i>Fraxinus angustifolia</i>, <i>Acer pseudoplatanus</i> ou <i>Quercus palustris</i>) e árvores de copa muito larga (do tipo <i>Platanus orientalis</i>, <i>Platanus x acerifolia</i> ou <i>Populus alba</i> ‘Nivea’); para enriquecer a composição, em situações pontuais, surgem espécies perenifólias de árvores de copa estreita (do tipo <i>Cupressus sempervirens</i> ou <i>Cupressus sempervirens</i> ‘Stricta’), de copa larga (do tipo <i>Grevillea robusta</i>, <i>Cupressus lusitanica</i> ou <i>Pinus sylvestris</i>), de copa muito larga (do tipo <i>Cedrus libani</i>, <i>Cedrus atlantica</i> ‘Glauca’ ou <i>Pinus pinea</i>); • Na secção oriental: alinhamentos constituídos por árvores de copa muito larga (tipo <i>Platanus orientalis</i>, <i>Platanus x acerifolia</i> ou <i>Tilia platyphyllos</i>), ao centro, e por árvores de copa média-larga (tipo <i>Melia azedarach</i>, <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>celtibérica</i> ou <i>Acer pseudoplatanus</i> ‘Erectum’), que surgem maioritariamente nas laterais; • Estimativa de coberto arbóreo ao fim de 20/30 anos: 48,1% (proporção da área total do troço em análise).
Posicionamento e espaçamento	<ul style="list-style-type: none"> • Distância entre o eixo de implantação e o limite lateral da rua: <ol style="list-style-type: none"> 1) Na secção ocidental: varia entre 7,00m e 12,00m (para as árvores de copa larga dos alinhamentos laterais); 2) Na secção oriental: varia entre 5,50m e 6,50m (para as árvores de copa média-larga dos alinhamentos laterais);

	<ul style="list-style-type: none"> • Compasso de plantação variável: <ol style="list-style-type: none"> 1) Na secção ocidental: entre 7m e 12,30m, na faixa central ajardinada; 13,00m entre árvores intercaladas com estacionamento, nos alinhamentos laterais; 2) Na secção oriental: 10,00m (árvores de copa muito larga) e 6,70m (árvores de copa média-larga), na faixa central; 8,00m nos alinhamentos laterais. <p>(métrica ajustada para acomodar diversas funções que interferem no espaço da arborização, por exemplo: garagens, paragens, equipamentos de deposição de resíduos, etc.)</p>
Permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Dominância de zonas permeáveis (faixas permeáveis contínuas), alternadas com algumas zonas semipermeáveis; • Faixas contínuas / caldeiras - preferencialmente revestidas com prados (regularmente cortados ou floríferos), arbustos, subarbustos e/ou herbáceas vivazes de revestimento; • Zonas semipermeáveis - revestidas com elementos de pavimentação de junta seca (permitem a percolação da água), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, grelhas de enrelvamento, etc.; • De um modo geral, os espaços de arborização devem estar a cotas mais baixas que os espaços confinantes, para estimular a receção das águas; • Na secção ocidental, surge, no espaço de arborização central, uma banda a cotas significativamente mais baixas para acolher as águas de escoamento superficial (SUDS); • Área permeável: 24,0% (proporção da área total do troço em análise).
Infraestruturas (águas pluviais e residuais)	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o cadastro fornecido, as condutas principais entram em conflito com o espaço da arborização, devendo ser revisto o seu traçado e posicionamento; a situação existente impede a arborização da rua de acordo com a abordagem seguida neste plano.
Oportunidades para uso humano entre a arborização	<ul style="list-style-type: none"> • Nos espaços laterais: estacionamento (sempre concebido para ter no mínimo dois lugares seguidos, intercalados com elementos de arborização); paragens de autocarros; equipamentos de deposição de resíduos; • Nos espaços centrais: caminhos pedonais; zonas de estadia; zonas ajardinadas; SUDS.
Gestão e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Árvores: em crescimento livre ou semi-livre; “rega de pé” na fase de instalação; poda de formação de fuste; poda excecional de ramos que conflituem com as fachadas; vistoria fitossanitária e avaliação de risco (anual¹⁶); • Revestimentos de caldeiras e faixas permeáveis contínuas: <ol style="list-style-type: none"> 1) prados cortados - mantidos regularmente (uma vez por mês); 2) prados floríferos - em crescimento semi-livre (abordagem sazonal - desenvolvimento em crescimento livre de Janeiro a Junho; desenvolvimento em crescimento controlado, com cortes regulares, uma vez por mês, de Julho a Dezembro); 3) subarbustos e herbáceas vivazes - apuramento superficial das copas uma vez por ano após floração; repicagem de 4 em 4 anos.
Espaço pedonal	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Passeios junto aos limites laterais da rua: cerca de 5,60m de largura (varia entre 2,40m e 9,60m).

¹⁶ A inspeção anual permite a deteção atempada de problemas fitossanitários antes que possam criar danos e/ou conflitos

Relação altimétrica com espaços confinantes	<ul style="list-style-type: none"> • Sem concordância altimétrica (ligeiramente elevado em relação ao espaço confinante – até 0,10m); • Com concordância altimétrica em toda a secção norte da rua que funciona como jardim linear; • Concordância altimétrica total com as passadeiras.
Pavimentos e permeabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Junto ao edificado, banda de acessibilidade inclusiva com pavimento confortável (pavimento “liso”, exemplo: asfalto, betonilhas, lajes, etc.), a ocupar cerca de 2/3 da largura do passeio; • Banda de passeio com pavimento “rugoso” em situações de acesso automóvel condicionado (através de pilaretes telescópicos), i.e., elementos de pavimentação com junta seca (semipermeável), tipo cubos, paralelepípedos, lajes/lajetas, pedra irregular.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento de canal técnico para acomodar infraestruturas de fornecimento de água, eletricidade, telecomunicações, etc., de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Articulada com a arborização, posicionada entre as árvores, alternadamente em ambos os lados da rua; • Elementos de iluminação com luminárias para o passeio e para a via de circulação, com espaçamento aproximadamente igual a duas a três vezes a sua altura.
Espaço viário	
Composição espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Na secção ocidental: Uma faixa de rodagem com 11,20m; • Na secção oriental: uma faixa de rodagem, a sul, com 6,10m, e outra a norte com 5,20m.
Vias de trânsito (vias de circulação)	<ul style="list-style-type: none"> • Na secção ocidental, a faixa de rodagem inclui: <ol style="list-style-type: none"> 1) duas vias de tráfego misto, no sentido oeste-este, com largura de 3,00m cada uma; 2) uma via de trânsito dedicada a transportes coletivos, no sentido oeste-este, com 3,10m; 3) uma ciclovia segregada, no sentido oeste-este, com 2,10m; <p>Na área de jardim linear existe uma via partilhada de acesso automóvel condicionado, com pilaretes rebatíveis, para acesso ocasional;</p> • Na secção oriental, as faixas de rodagem incluem: <ol style="list-style-type: none"> 1) na faixa de rodagem norte, uma via de trânsito, para tráfego misto, no sentido este-oeste, com 3,00m de largura; 2) na faixa de rodagem norte, uma ciclovia segregada, no sentido oeste-este, com 2,20m de largura; 3) na faixa de rodagem sul, uma via de tráfego misto, no sentido oeste-este, com 3,00m de largura; 4) na faixa de rodagem sul, uma via de trânsito dedicada a transportes coletivos, no sentido oeste-este, com 3,10m de largura.
Infraestruturas subterrâneas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendação de posicionamento das infraestruturas de águas pluviais e residuais, aproximadamente ao centro das faixas de rodagem ou o mais afastado possível das árvores, de modo a minimizar o conflito entre raízes e infraestruturas.

14. Conclusão e considerações finais

A utilização dos modelos de arborização (Plano - Fase 2) num conjunto selecionado de ruas do Porto permite exemplificar a aplicação dos mesmos a todas as classes de ruas arborizáveis previamente identificadas. As propostas de arborização apresentadas ambicionam contribuir para a melhoria das ruas analisadas, no que diz respeito à sua vivência, qualidade estética e desempenho ecológico. As propostas exploradas visam a maximização da presença da árvore nas ruas, conduzindo a um aumento do coberto arbóreo, e conseqüente promoção dos serviços ecossistémicos benéficos para todos.

Neste sentido, alguns estudos apresentam tentativas de quantificação e valoração dos serviços de ecossistema proporcionados pela arborização urbana, de forma a tornar evidente o valor económico de cada árvore. De forma a obter estimativas realistas e rigorosas, estes estudos dependem de uma análise aprofundada das árvores investigadas (Soares et al., 2011; Tan et al., 2021), procurando determinar para cada indivíduo: o estado fitossanitário, o diâmetro à altura do peito, altura e largura da copa, percentagem da copa em falta, etc. Para além disso, estes estudos são influenciados por diversos dados climáticos do local em estudo e pela existência de dados específicos sobre as espécies, ao nível da captação de carbono e remoção de diversos gases poluentes. De um modo geral, conclui-se que árvores de maiores dimensões, com maior área foliar e mais velhas são as que apresentam maiores benefícios, desde que se mantenham de boa saúde ao longo do tempo. No entanto, estes estudos refletem apenas sobre serviços que possam ser quantificáveis, não considerando outro tipo de serviços, como é o caso dos serviços culturais.

Por exemplo, a partir do estudo feito para a cidade de Lisboa por Soares et al. (2011) pode estimar-se a capacidade de absorção de carbono de algumas árvores características dos arruamentos urbanos em Portugal: *Platanus* spp. 80,28 kg/ano; *Populus nigra* 66,76 kg/ano; *Populus x canadensis* 53,73 kg/ano; *Celtis australis* 41,99 kg/ano; *Fraxinus angustifolia* 40,44 kg/ano; *Tilia* spp. 38,33kg/ano. No caso do Porto, se extrapolarmos estes valores para as propostas das ruas de Gondarém e de Pinto Bessa verificamos que o uso de *Platanus* spp. se traduz respetivamente numa cativação de 6342,12 kg/ano (79 unidades) e de 5218,20 kg/ano (65 unidades). Apesar deste processo permitir apresentar uma quantificação dos benefícios proporcionados por esta população, deve-se ter o cuidado de olhar para estes resultados como estimativas muito aproximativas e simplificadas sobre o valor das árvores. Importa, também, salientar que ainda é necessário realizar estudos aprofundados sobre o desempenho das espécies dominantes em contexto de arruamento em Portugal, visto que a grande maioria dos dados se encontram ensaiados para a realidade do território americano.

Nos casos ensaiados em protótipo é notório o aumento da presença e efeito da árvore gerado pelas propostas de intervenção, como se apresenta na Tabela 14.1. Para cada caso foram calculados os números de árvores, área de coberto arbóreo e área permeável, que permitem aferir, em traços gerais, quais os ganhos com as propostas de arborização. Destaca-se, por exemplo, o caso da rua de Cinco de Outubro, que revela diferenças substanciais: 1) passa de 14,9 árvores para 24,6 árvores/100m (relativo ao comprimento da rua); 2) passa de 6,1% de coberto arbóreo para 48,8% (percentagem relativa à área total do troço em estudo). No geral, tendo em conta que maior parte dos casos abordados evidencia uma permeabilidade muito baixa a inexistente, pode afirmar-se que as propostas apresentadas contribuem significativamente para

Tabela 14.1 – Sumário das propostas de intervenção, no que concerne ao número de árvores, área de coberto arbóreo e área permeável.

Protótipos	Comprimento do troço (m)	Área de intervenção (m ²)	EXISTENTE				PROPOSTA							
			N.º árvores existentes	N.º árvores por 100m	Coberto arbóreo existente (m ²) ¹	Coberto arbóreo existente (%) ¹	N.º total árvores da proposta	N.º árvores por 100m	N.º árvores existentes a manter	N.º árvores a plantar	Coberto arbóreo final (m ²) ²	Coberto arbóreo final (%) ²	Área permeável final (m ²)	Área permeável final (%)
Rua do Heroísmo	515	6981,2	0	0,0	0,0	0,0%	76	14,8	0	76	1090,9	15,6%	528,4	7,6%
Rua de Camões v.1	337	5427,8	0	0,0	0,0	0,0%	83	24,6	0	83	1629,6	30,0%	759,7	14,0%
Rua de Camões v.2	337	5427,8	0	0,0	0,0	0,0%	71	21,1	0	71	1394,0	25,7%	536,2	9,9%
Rua Duque de Saldanha v. final	549	9826,2	62	11,3	2470,4	25,1%	133	24,2	0	133	3541,0	36,0%	1943,2	19,8%
Rua da Constituição	555	9153,4	0	0,0	0,0	0,0%	121	21,8	0	121	2408,3	26,3%	988,6	10,8%
Rua de Serpa Pinto v.1	388	7732,5	0	0,0	0,0	0,0%	96	24,7	0	96	2745,7	35,5%	905,2	11,7%
Rua de Serpa Pinto v.2	388	7732,5	0	0,0	0,0	0,0%	69	17,8	0	69	1851,6	24,0%	412,5	5,3%
Rua de Cinco de Outubro	362	6828,5	54	14,9	413,7	6,1%	89	24,6	2	87	3332,2	48,8%	934,8	13,7%
Avenida Rodrigues de Freitas v.1	342	8007,3	42	12,3	2405,8	30,1%	38	11,1	0	38	3591,1	57,4%	1292,5	15,3%
Avenida Rodrigues de Freitas v.2	342	8007,3	42	12,3	2405,8	30,1%	66	19,3	0	66	3098,6	38,7%	1077,1	13,5%
Rua de Pinto Bessa v.1	635	14868,2	0	0,0	0,0	0,0%	65	10,2	0	65	6009,0	40,4%	1680,8	11,3%
Rua de Pinto Bessa v.2	635	14868,2	0	0,0	0,0	0,0%	104	16,4	0	104	4974,8	33,5%	664,4	4,5%
Rua de Gondarém v. final	585	13951,2	64	10,9	7559,0	54,2%	79	13,5	0	79	9530,8	68,3%	513,6	3,7%
Rua de Damião de Góis	578	26213,4	89	15,4	3538,0	13,5%	175	30,3	5	170	12595,9	48,1%	6285,1	24,0%

¹ Situação existente analisada através de ortofotomapa de 2021 (fonte: DGT).

² Estimativa ao fim de um período de 20-30 anos de desenvolvimento da arborização.

o aumento da mesma. Isto é óbvio nas ruas sem árvores que passam a ser arborizadas (ex. rua do Heroísmo, rua de Camões, rua de Serpa Pinto, etc.), com especial relevo para as versões que privilegiam faixas permeáveis contínuas.

O exercício dos protótipos de intervenção sugere como a organização do espaço das ruas arborizadas deve ocorrer. Ruas arborizadas funcionais exigem que o espaço da arborização tenha um papel liderante na organização do espaço, procurando sempre respeitar e otimizar os principais canais de circulação. De um modo geral, a rua divide-se em três espaços principais: o espaço da arborização, o espaço pedonal e o espaço viário. No espaço pedonal e no espaço viário ocorrem os dois principais fluxos de circulação de pessoas e devem ser sempre pensados de forma a garantir uma mobilidade fluída, universal e segura. Sempre que não for possível conciliar o espaço mínimo de arborização com os fluxos mínimos de circulação, isto é, garantir o corredor de emergência e o corredor pedonal, a arborização não será viável.

Atualmente, tem-se assistido a um condicionamento cada vez maior do espaço disponível para o automóvel nas ruas, diminuindo a largura das vias de trânsito, o número de vias e a quantidade de estacionamentos. Em alternativa, procura-se reservar espaço para canais de mobilidade suave e/ou transportes coletivos, privilegiando estes métodos de deslocação em detrimento do automóvel particular. À medida que os modos de mobilidade suave ganham predominância nas deslocações urbanas, o espaço viário deve evoluir no sentido da sua simplificação e redução. As propostas de intervenção procuraram sempre privilegiar estes modos de mobilidade e propor a redução substancial das oportunidades de estacionamento automóvel. Esta visão também se encontra claramente refletida no atual PDM do Porto. São, no entanto, mudanças que exigem um período de transição e ajuste, desejando-se que ocorram durante os primeiros 20 a 30 anos da vigência do plano. Nesta perspetiva, foram explorados diversos cenários com diferentes oportunidades de articulação entre o espaço da arborização, a mobilidade pedonal, a mobilidade viária e o estacionamento.

Uma das premissas que orientou o desenvolvimento dos protótipos de intervenção foi a segregação dos diferentes tipos de mobilidade devido à diferença das velocidades de deslocação. Assim, em primeiro lugar, deve garantir-se uma segregação do espaço pedonal dos espaços de circulação de veículos. Sempre que haja oportunidade de espaço (ruas mais largas) deve ensaiar-se a segregação de ciclovias das vias de circulação automóvel. Se circulações com diferentes velocidades tiverem de conviver no mesmo espaço (por exemplo, circulação pedonal e ciclovias), estas devem ser condicionadas pela movimentação e estadia dos peões (especial atenção deve ser dada aos grupos etários mais novos e mais velhos, tal como a pessoas com limitações motoras e/ou visuais). Esta segregação poderá ser feita recorrendo a diferenças altimétricas (mais ou menos expressivas) entre os corredores de circulação ou com o auxílio de uma delimitação sinalizada (por exemplo, pilaretes).

Ao nível da mobilidade pedonal, outro ponto a salientar é a tentativa de garantir sempre um corredor de pavimento liso que assegure uma circulação universal e confortável, nos limites da rua confinantes com o edificado e nas zonas de atravessamento (passadeiras). Em zonas de atravessamento de peões prevê-se total concordância de cotas, de forma a garantir uma acessibilidade facilitada, tal como se prevê a possibilidade de instalação de pavimentos táteis, de acordo com as normas e legislação em vigor. O corredor de pavimento liso (aprox. 2/3 da largura do passeio) pode ser acompanhado por uma banda de pavimento mais rugoso e semipermeável,

a qual confina com o espaço da arborização. O conjunto da banda semipermeável do espaço pedonal e do espaço da arborização proporciona as melhores oportunidades de permeabilidade para a água na rua. Os espaços revestidos com pavimentos rugosos de junta seca, mesmo sobre bases bem compactadas, criam condições de alguma microporosidade, microinfiltração e micropercolação que contribui para dissuadir o escoamento superficial e aumenta a pequena permeabilidade local. Esta situação é mais favorável do que a que se encontra em pavimentos totalmente impermeáveis.

O espaço da arborização é concebido como o mais favorável para o acolhimento e desenvolvimento da árvore na rua, devendo ser o mais permeável, o mais fértil e o mais biodiverso. As faixas permeáveis contínuas e/ou caldeiras de dimensão significativa potenciam habitat para seres vivos no solo e no subsolo, contribuindo assim para o aumento da biodiversidade e para as condições favoráveis à vida das árvores. Neste contexto, propõem-se também revestimentos subarbustivos e herbáceos vivazes para as suas faixas contínuas, os quais, para além de promoverem a interceção e infiltração da água, contribuem para o aumento da biodiversidade, para a dinâmica sazonal e conseqüente qualidade estética da rua. Quando o estacionamento coincide com o espaço da arborização, o pavimento a utilizar deve, impreterivelmente, garantir a maior permeabilidade possível (ex. calçadas de junta seca). De forma a ajudar o desenvolvimento do sistema radicular podem ser experimentadas soluções que visem garantir a disponibilidade de solo fértil abaixo do nível da rua; contudo, estas soluções dependentes da introdução de novos materiais e estratégias construtivas (ex. “root cells”) carecem de um estudo mais aprofundado dos seus benefícios a médio-longo prazo, nomeadamente sobre a interferência noutros fatores que não foram suficientemente abordados nesta fase do trabalho. Estas soluções deverão ser oportunamente estudadas e aprofundadas em sede de projetos de execução.

O espaço da arborização está intrinsecamente ligado com o tipo de alinhamento que se procura implementar, pois este definirá a localização das árvores. De uma forma simplificada, aplicaram-se quatro tipos de alinhamento principais: o unilateral, o bilateral, o central e o múltiplo, sendo este último uma combinação de alinhamentos centrais e laterais. Nos protótipos de intervenção desenvolvidos, de acordo com as múltiplas solicitações de uso para cada um dos casos, procurou-se sempre maximizar a presença da árvore na rua.

O alinhamento unilateral foi apenas usado na rua do Heroísmo (rua estreita) uma vez que se trata da solução de arborização mais adequada a situações de exiguidade no espaço disponível na rua, e de acordo com o programa vigente. Contudo, verifica-se que este alinhamento assimétrico apresenta várias desvantagens ao nível da vivência da rua, não garantido equidade de oportunidades ou harmonia no desenho do espaço. Ainda assim, verifica-se que, no caso particular desta rua, as recomendações elaboradas no âmbito do estudo bioclimático se alinham com a solução apresentadas no protótipo de intervenção. Importa salientar que a arborização de ruas estreitas não deve ser prioritária por apresentar muitas limitações para a inclusão da árvore na rua em conjunto com os fluxos mínimos necessários e as infraestruturas subterrâneas. Deste modo, de acordo com os pressupostos formulados neste corpo de trabalho, o Plano não pode depender das ruas estreitas para constituir uma arborização estruturante.

O alinhamento bilateral foi o mais utilizado, tendo sido aplicado nas propostas para a rua de Camões, a rua do Duque de Saldanha, a rua da Constituição, a rua de Serpa Pinto, a rua de Cinco de Outubro, a avenida Rodrigues de Freitas, a rua de Pinto Bessa e a rua de Gondarém. Este tipo de alinhamento é o mais adaptável à generalidade dos casos experimentados, na medida em que permite introduzir a arborização sem alterar significativamente a organização atual da rua, nomeadamente ao nível dos fluxos e localização dos espaços viário e pedonal. Este alinhamento garante o efeito de simetria da rua do ponto de vista da sua experiência espacial, funcional e sensorial, promovendo uma narrativa urbanística habitualmente recetível e fácil de implementar. Também oferece uma separação natural entre o espaço pedonal e o espaço viário, aumentando a sensação de segurança dos peões e de regularidade geral da rua. Ao nível bioclimático, os alinhamentos bilaterais podem não apresentar resultados iguais em ambos os lados da rua; neste contexto, as recomendações proferidas no capítulo 3 sugerem alinhamentos unilaterais associados às fachadas mais ensolaradas. No entanto, a observação de um conjunto mais amplo de fatores, bem como a opção recorrente a árvores de folha caduca, permitem considerar os alinhamentos bilaterais como soluções urbanisticamente adequadas para os casos abordados.

O alinhamento central permite utilizar a maior árvore possível para a classe de largura de rua, garantindo o mínimo de conflitos com as fachadas e de interferência com a exposição solar e ventilação junto ao edificado. No entanto, o alinhamento central pode obrigar a uma reorganização mais intensa do espaço da rua, sendo mais facilmente implementado em ruas largas e muito largas. A sua utilização foi experimentada na rua de Pinto Bessa e na Avenida de Rodrigues de Freitas. No caso da Rua de Pinto Bessa já se conta com a experiência de um separador central a dividir o espaço viário e tem largura suficiente para continuar a integrar este programa no novo desenho; neste caso, o estudo bioclimático está totalmente alinhado com a proposta urbanística. Por outro lado, introduzir um alinhamento central na Avenida de Rodrigues de Freitas é uma proposta mais ambiciosa, visto que atualmente existe um alinhamento bilateral; neste caso, o estudo bioclimático também está totalmente alinhado com a proposta de alinhamento central. De um modo geral, considera-se, todavia, que a redução do número de vias de circulação automóvel poderá criar melhores oportunidades para a implementação de alinhamentos centrais, com todos os benefícios que daí possam advir (ex: maiores afastamentos das copas às fachadas).

O recurso a alinhamento múltiplos só foi possível no caso da rua de Damião de Góis. Trata-se de uma situação excepcional, onde se verifica um troço de rua muito larga seguido de um troço de rua larga. Neste caso as oportunidades de arborização são muito variadas, originando espaços-canal igualmente diversos. No troço muito largo, a situação evolui mesmo para uma rua ajardinada com amplas zonas de circulação e estadia ao longo de percursos arborizados. Configura uma oportunidade de espaço público multifuncional que integra elevada oportunidade de usos, de alinhamentos multiestratificados, biodiversos, e por isso, com elevado interesse ecológico, social e estético.

O plano de arborização tem como premissa a minimização das operações de manutenção num período de 20 a 30 anos após implantação. Devido à falta de oportunidade de espaço na generalidade das ruas, os projetos de arborização apresentados recorrem maioritariamente a espécies e/ou variedades cultivadas de copa estreita, mais adequadas à largura das ruas em estudo. As árvores mais comuns, e que têm demonstrado boa adaptação e desempenho, nas ruas

da cidade do Porto são espécies de maior porte, não sendo, contudo, adequadas ao espaço disponível na maioria das ruas da cidade. Sempre que possível, ou seja, sempre que o espaço disponível o permitia, foram utilizadas espécies exóticas não invasoras ou variedades cultivadas com tradicional bom desempenho em arruamento e que fazem parte da paisagem cultural urbana (ex. *Platanus* sp., *Aesculus* sp., *Tilia* sp., *Liriodendron tulipifera*, *Liquidambar styraciflua*) ou espécies autóctones mais resistentes (ex. *Acer pseudoplatanus*, *Betula pubescens* ssp. *celtiberica*, *Celtis australis* e *Fraxinus angustifolia*). Em casos excepcionais, podem ser utilizadas árvores de maior porte em ruas sem espaço para as acolher em crescimento livre, desde que seja garantida uma manutenção regular e sustentável, sobretudo no âmbito de podas que minimizem as interferências com as fachadas/ limites da rua.

Outra preocupação na seleção de espécies foi a sua tolerância a períodos temporários de encharcamento e seca, adequando as propostas de intervenção para a realidade emergente de alterações climáticas. Nesta perspetiva, os projetos apresentados utilizaram espécies com uma maior plasticidade adaptativa, como, por exemplo, algumas ripícolas já acima mencionadas.

Por regra, recorreu-se sempre à utilização de árvores caducifólias pelos benefícios sazonais em relação à exposição solar, permitindo ultrapassar alguns dos constrangimentos manifestados pelo estudo bioclimático. A utilização de espécies perenifólias deve ser pontual, devendo sobretudo ser utilizadas como elementos de enquadramento e remate. Nas propostas da rua de Damião de Góis e da rua de Pinto Bessa, na versão de alinhamento central, podem observar-se diferentes espécies perenifólias, com várias classes de largura de copa. A utilização destas espécies neste contexto garante uma presença mais visível da árvore durante o inverno, sempre com o cuidado de não causar sombreamento indesejado.

Especial cuidado foi tido em ruas com elevada densidade de edificação, onde também se recorreu a árvores de copa mais estreita e menos densa de modo a garantir maior permeabilidade à luz e melhor ventilação, sobretudo durante o verão. Este é o caso da rua de Camões, da rua da Constituição, da rua de Serpa Pinto e da rua Cinco de Outubro, onde se denota a existência de um edificado alto e contínuo que gera um sombreamento considerável da rua, sendo esta característica uma das que mais condiciona a seleção de espécies. Desta forma, a arborização destas ruas deve ser feita recorrendo a espécies de copa com menor densidade foliar e, por isso, mais transparentes à luz.

Quando a nova arborização atingir os 20-30 anos após a sua implantação recomenda-se que se confronte quais os custos de manutenção que a arborização exigirá no futuro com os benefícios que esta retornará à cidade. Esta análise custo-benefício deve ser feita de forma criteriosa, não descurando os serviços de ecossistema que as árvores na sua maturidade podem oferecer. A par disso, recomenda-se que as análises de risco sejam mais regulares conforme o amadurecimento da arborização de arruamento, devido à grande proximidade à circulação de pessoas e de veículos. Análises e vistorias anuais podem ser benéficas para detetar problemas fitossanitários de forma atempada e devem ser realizadas em árvores com maiores riscos, ou seja, que possam causar maiores danos para pessoas e bens, como é o caso das árvores em situação de arruamento.

Outra grande preocupação destes projetos passa pela localização apropriada das infraestruturas subterrâneas, de forma a tentar minimizar conflitos entre estas e a arborização. Qualquer que seja a situação de intervenção deverão ser sempre colocadas barreiras de separação entre a zona radicular e as zonas dedicadas a infraestruturas e estruturas construídas. Ainda assim, as propostas de intervenção procuraram sempre adequar as espécies selecionadas ao espaço da rua, o que permite uma elevada probabilidade de adequação do bolbo radicular ao espaço disponível, tornando-o potencialmente menos invasivo.

De um modo geral, considera-se que as infraestruturas devem ser devidamente organizadas em compartimentos técnicos sob os espaços viários e pedonais, o mais distante possível dos espaços da arborização. As infraestruturas de maiores dimensões (ex: saneamento, águas pluviais, etc.) devem estar associadas ao espaço viário, a eixo das vias de circulação; por sua vez, as infraestruturas de menores dimensões (ex: telecomunicações) podem situar-se sob o espaço pedonal. Se a localização das infraestruturas existentes comprometer temporária ou permanentemente a execução do protótipo, e se a sua realocação for impossível, então a arborização estrutural¹⁷ da rua não é viável. Estas situações só poderão ser eficientemente resolvidas com um rigoroso levantamento do traçado e posicionamento das redes de infraestruturas em causa.

Embora não seja do âmbito do plano de arborização, em cenários de impossibilidade temporária ou permanente da realocação das infraestruturas, pode recorrer-se a soluções excecionais, como, por exemplo, árvores em vasos/ contentores ou árvores de pequeno porte¹⁸ plantadas ao nível do solo, tipo laranjeiras (*Citrus* sp.), olaias (*Cercis siliquastrum*), lagerstroemias (*Lagerstroemia indica*), etc. Estas soluções não cumprem totalmente os objetivos do plano, não garantindo um bom desempenho ao nível do potencial de serviços de ecossistemas que a arborização urbana pode trazer.

Ainda no âmbito da conclusão deste trabalho, o vídeo que aqui se disponibiliza (<https://youtu.be/quo-GSsAids>) constitui o exemplo que representa um cenário plausível da arborização da Rua de Pinto Bessa (de acordo com a versão de modelo de alinhamento central), promovendo uma narrativa mais realista e facilitadora do entendimento da solução.

Os protótipos de intervenção apresentados resultam de uma abordagem holística e integradora de diversos fatores relevantes para o processo de decisão, não sendo cada um *per se* suficiente para determinar a solução adotada. Salienta-se a importância de atender em qualquer intervenção nas ruas à observação fundamental de aspetos conceptuais e compositivos, tais como equidade/simetria, coerência, unidade, metabolismo ecológico e carácter histórico. As propostas de intervenção apresentadas não pretendem ser uma resposta única, definitiva e fechada, mas sim constituir ensaio e inspiração para uma rede de ruas arborizadas com melhor desempenho integrado e sustentável no ecossistema urbano da cidade do Porto.

¹⁷ Alinhamentos contínuos de árvores plantadas ao nível do solo, com uma altura mínima expectável igual ou superior a 10m, para um intervalo de tempo de 20/30 anos.

¹⁸ Árvores de alturas inferiores a 10m ao fim de 20/30 anos.

15. Referências

- Ambiente Italia Research Institute (2003). European Common Indicators: Towards a Local Sustainability Profile. Milão: Ambiente Italia Research Institute
- Andersson, E., Tengö, M., McPhearson, T., Kremer, P. (2015). Cultural ecosystem services as a gateway for improving urban sustainability. *Ecosystem Services*, 12, 165-168.
- CMP, Câmara Municipal do Porto. (2020). *Plano Diretor Municipal do Porto - Regulamento*. Porto: Câmara Municipal do Porto.
- CMP, Câmara Municipal do Porto. (2018). *Revisão do Plano Diretor Municipal do Porto - Suporte Biofísico e Ambiente / Clima e Ambiente Urbano: Relatório de Caracterização e Diagnóstico*. Porto: Câmara Municipal do Porto
- Dwyer, J. F., McPherson, E. G., Schroeder, H. W., Rowntree, R. A. (1992). Assessing the benefits and costs of the urban forest. *Journal of Arboriculture*, 18, 227-234.
- Ellison, M. (2007). What is tree failure risk assessment?. *In Urban and Treenet Proceedings of the 8th National Street Tree Symposium*. Adelaide.
- Natural England (2010). Nature nearby: Accessible Natural Greenspace Guidance. Sheffield: Natural England.
- Nesbitt, L., Hotte, N., Barron, S., Cowan, J., Sheppard, S. R. J. (2017). The social and economic value of cultural ecosystem services provided by urban forests in North America: A review and suggestions for future research. *Urban Forestry & Urban Greening*, 25, 103-111.
- Nowak, D. J., Dwyer, J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. *In Kuser, J. E. (ed.), Urban and community forestry in the Northeast*. Dordrecht: Springer.
- Pokorny, J. D. (1992). *Urban Tree Risk Management: A Community Guide to Program Design and Implementation*. St.Paul: USDA Forest Service Dordrecht.
- Rosłon-Szeryńska, E. (2019). The protection of urban street trees and the perceived safety hazard. *Sustainable Development Applications*, 4, 51-65.
- Roy, S., Byrne, J., Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11, 351-363.
- Schindler, M., Le Texier, M., & Caruso, G. (2022). How far do people travel to use urban green space? A comparison of three European cities. *Applied Geography*, 141, 102673.
- Soares, A. L., Rego, F. C., McPherson, E. G., Simpson, J. R., Peper, P. J., Xiao, Q. (2011). Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10, 69-78.

Song, X. P., Tan, P. Y., Edwards, P., Richards, D. (2018). The economic benefits and costs of trees in urban forest stewardship: a systematic review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 162-170.

Tan, X., Hirabayashi, S., & Shibata, S. (2021). Estimation of ecosystem services provided by street trees in Kyoto, Japan. *Forests*, 12(3), 311

Tyrväinen, L., Pauleit, S. Seeland, K., de Vries, S. (2005). Benefits and uses of urban forests and trees. In Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., Schipperijn, J. (eds.), *Urban Forests and Trees*. Heidelberg: Springer Berlin.

World Health Organization. (2016). Urban green spaces and health (No. WHO/EURO: 2016-3352-43111-60341). World Health Organization. Regional Office for Europe.

16. Anexos

16.1. Exemplos de árvores de arruamento estruturantes de acordo com a largura de copa

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'

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

ÁRVORES DE COPA MÉDIA-ESTREITA

Caducifólias

<i>Acer campestre</i> 'Elsrijk'	<i>Metasequoia glyptostroboides</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'

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

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>	

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

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'

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

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>Ostrya carpinifolia</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Platanus orientalis</i>	<i>Ulmus procera</i>
<i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Zelkova serrata</i>
<i>Populus alba</i> 'Nivea'	

16.2. Exemplos de árvores de pontuação, enquadramento e remate de acordo com a largura de copa

ÁRVORES DE COPA ESTREITA

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'	

ÁRVORES DE COPA MÉDIA-ESTREITA

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>

ÁRVORES DE COPA MÉDIA-LARGA

Perenifólias

<i>Cinnamomum camphora</i>	<i>Pinus nigra</i>
<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Pinus strobus</i>
<i>Magnolia grandiflora</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>

ÁRVORES DE COPA LARGA

Perenifólias

<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Pinus pinaster</i>
<i>Cupressus macrocarpa</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Grevillea robusta</i>	

ÁRVORES DE COPA MUITO LARGA

Perenifólias

<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Pinus pinea</i>
<i>Cedrus libani</i>	