M 2022

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

QUALIDADE E RESILIÊNCIA DO ESPAÇO PÚBLICO URBANO PARA A TRANSIÇÃO CLIMÁTICA

PROGRAMA RUA DIREITA

PHILIPP ALLEGRO BARNSTORF

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
PLANEAMENTO E PROJECTO URBANO

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

U.PORTO
FACULDADE DE ARQUITECTURA UNIVERSIDADE DO PORTO

QUALIDADE E RESILIÊNCIA DO ESPAÇO PÚBLICO URBANO PARA A TRANSIÇÃO CLIMÁTICA

Programa Rua Direita

PHILIPP ALLEGRO BARNSTORF

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM PLANEAMENTO E PROJECTO URBANO

Professor Doutor Fernando Brandão Alves

JUNHO DE 2022

MESTRADO EM PLANEAMENTO E PROJECTO URBANO 2021/2022 - FEUP / FAUP

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

✉ mppu@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌍 http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Planeamento e Projecto Urbano - 2021/2022 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Faculdade de Arquitetura Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2022*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Nota: sempre que o documento é escrito em português do Brasil, deve ser indicado o seguinte:

Este documento foi escrito no idioma Português do Brasil.

Ao povo ucraniano e a todos que lutam pela liberdade de escolher o seu destino

We shall never surrender

Winston Churchill

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Doutor Fernando Brandão Alves pela facilitação do protocolo com a Câmara Municipal do Porto, me pôr à disposição um computador no CITTA com o programa ENVI-met licenciado e pelas discussões elucidativas.

Agradeço ao Engenheiro Cristovão Afonso da Divisão Municipal de Projetos da Câmara Municipal do Porto por me receber, aturar, facultar acesso a documentação da Câmara, esclarecer dúvidas, colocar em contacto com outros técnicos da Câmara e pelos kiwis aos almoços.

Agradeço ao Professor Doutor Vasco Peixoto de Freitas e ao Engenheiro Eduardo Costa do Laboratório de Física e Tecnologia das Construções da FEUP pela disponibilidade de equipamentos de medição meteorológicos e pelas esclarecedoras discussões de métodos de medição.

Agradeço ao pessoal da Divisão Municipal de Projetos da Câmara Municipal do Porto por me receberem tão bem. Agradeço ainda ao Engenheiro Pedro Pombeiro do Departamento Municipal de Planeamento e Gestão Ambiental pela simpatia e disponibilidade para conversarmos.

Agradeço à Rute do CITTA por resolver prontamente situações relacionadas com licenças, VPNs e outros assuntos informáticos.

Agradeço ao Senhor Ricardo Deus do Instituto Português do Mar e da Atmosfera pela disponibilização dos dados meteorológicos.

Agradeço ao meu amigo Hugo, pelo frete na recolha de dados meteorológicos na Rua das Doze Casas.

Um reconhecimento especial à minha mãe que, após me ter resgatado do outro lado do mundo, me re-acolheu em sua casa e me proporcionou as condições para fazer este curso e esta dissertação.

RESUMO

No âmbito da aplicação dos conhecimentos sobre clima urbano no projecto urbano – nomeadamente, a inserção de vegetação como forma de mitigação da ilha de calor urbano –, é ensaiado o recurso ao programa de simulação numérica *ENVI-met V.5* como ferramenta projectual num projecto real de requalificação de um arruamento pela câmara municipal do Porto, Portugal. A partir da comparação das temperaturas fisiológicas equivalentes resultantes da simulação de 48h de 4 cenários – 1) situação existente; 2) situação após intervenção prevista no projecto real; 3) igual ao projecto real, mas com árvores mais altas; 4) igual ao projecto real, mas com mais 50% de árvores e uma ramada –, procura-se distinguir as opções mais benéficas a nível térmico e encontrar entraves e limitações no recurso a este software.

Os resultados parecem confirmar que, pelo menos durante o dia, as árvores mais altas são mais eficazes na mitigação do stress térmico do que as esféricas ou cónicas e que o cenário com 50% mais de árvores é o mais benéfico a nível térmico. No entanto, os resultados nocturnos parecem pouco expressivos, o que poderá dever-se à simulação ser de apenas 48h. Quanto às limitações: a modelação de ramadas parece ser desadequada; o software necessita de muito tempo para processar simulações, pelo que, na ausência de computadores bem mais potentes, o recurso a este programa como ferramenta sistemática de projecto numa câmara é ainda de utilidade limitada.

PALAVRAS-CHAVE: ENVI-met, ICU, Porto, Árvores de Rua, Conforto Térmico.

ABSTRACT

Aiming at applying urban climate knowledge and tools in urban design and planning – namely, the addition of vegetation as an urban heat island mitigation measure –, the use of the numerical simulation software *ENVI-met V.5* is trialed as a design tool in an actual street requalification project promoted by the Porto city council, Portugal. Following the comparison of the resulting physiological equivalent temperatures in the 48h simulations of 4 different scenarios – 1) existing setting; 2) actual project resulting setting; 3) same as actual project but, with taller trees instead; 4) same as actual project but, with 50 % more trees and a green pergola –, one attempts to determine which option provides the best thermal comfort and to identify the limitations and handicaps in the use of such software.

The results seem to confirm that, at least at daytime, taller trees are more effective in the mitigation of heat stress than spherical or conic ones and that the scenario with 50% more trees provides the best thermal effects. However, the nighttime results seem unexpressive, which might be due to the simulation duration being only 48h. Regarding limitations: the modelling of green pergolas seems to be inadequate; the software takes a very long time processing simulations, as so, while lacking much faster computers, the use of such software as a usual design tool in a city council environment is still limited.

KEYWORDS: ENVI-met, UHI, Porto, Street Trees, Thermal Comfort.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i

RESUMO ii

ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO E METODOLOGIA 1

1.1. O CALOR URBANO 1

1.2. OBJECTIVOS 2

1.3. METODOLOGIA 2

1.3.1. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO 2

1.3.2. METODOLOGIA ESPECÍFICA AO CASO DE ESTUDO 3

2. ESTADO DA ARTE 5

2.1. ILHA DE CALOR URBANO (ICU) E OS SEUS IMPACTOS 5

2.2. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DA ICU 7

2.3. MÉTODOS PREDITIVOS DE EFEITOS MITIGADORES DA ICU – ENVI-MET 8

3. CASO DE ESTUDO 11

3.1. A CIDADE DO PORTO E O PROGRAMA RUA DIREITA 11

3.1.1. A CIDADE E A SUA POPULAÇÃO 12

3.1.2. A ADMINISTRAÇÃO DA CIDADE 15

3.1.3. ANÁLISE DA ACTUAL ESTRATÉGIA DE MITIGAÇÃO DA ICU 17

3.1.4. O PROGRAMA RUA DIREITA 20

3.2. PROJECTO RUA DIREITA N.º 3.1 21

3.2.1. SITUAÇÃO EXISTENTE 21

3.2.1.1. Caracterização espacial 22

3.2.1.2. Enquadramento no PDM 24

3.2.2. PROJECTO 26

3.2.2.1. Programa preliminar 26

3.2.2.2. Projecto de execução 27

3.2.3. CENÁRIO ALTERNATIVOS 30

3.2.3.1. Alternativa 1 – substituição da espécie arbórea 30

3.2.3.2. Alternativa 2 – aumento do número de árvores 31
3.3. MODELAÇÃO 34
3.3.1. PREPARAÇÃO DA INFORMAÇÃO 34
3.3.1.1. Actualização da planta base 34
3.3.1.1. Levantamento de campo - edificado 34
3.3.2. CONFIGURAÇÃO DO ENVI-MET 35
3.3.2.1. Configuração de materiais, solos, vegetação e dados climáticos 35
3.3.2.2. Modelação 3D 39
3.3.2.3. Configuração das simulações 42
3.3.3. MEDIÇÕES DE CAMPO – VALIDAÇÃO DO MODELO 43
3.4. RESULTADOS 48
3.4.1. MOMENTOS EM ANÁLISE 48
3.4.2. DURANTE O DIA 49
3.4.2.1. TFE 49
3.4.2.2. Variação da TFE nos cenários face ao existente 50
3.4.2.3. Diferenças entre cenários 51
3.4.3. DURANTE A NOITE 52
3.4.3.1. TFE 52
3.4.3.2. Variação da TFE nos cenários face ao existente 53
3.4.3.3. Diferenças entre cenários 54
3.5. DISCUSSÃO 55

4. CONCLUSÃO 59
4.1. TRÊS CONCLUSÕES 59
4.2. SALVAGUARDAS 59
4.3. APLICAÇÃO PRÁTICA 59
4.4. ESTUDOS FUTUROS 60

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62

ANEXOS

A1 LEVANTAMENTO DE CAMPO – EDIFICADO – PLANTAS DE REFERÊNCIA

A2 LEVANTAMENTO DE CAMPO – EDIFICADO – APONTAMENTOS

A3 LEVANTAMENTO DE CAMPO – SOLOS & ÁRVORES – PLANTAS DE REFERÊNCIA

A4 LEVANTAMENTO DE CAMPO – SOLOS & ÁRVORES – APONTAMENTOS (ÁRVORES)

A5 LEVANTAMENTO DE CAMPO – SOLOS & ÁRVORES – APONTAMENTOS (SOLOS)

A6 LEVANTAMENTO DE CAMPO – VEGETAÇÃO – PLANTAS DE REFERÊNCIA

A7 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – MATERIAIS – PRESSUPOSTOS BASE

A8 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – MATERIAIS – BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

A9 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PAREDES & COBERTURAS – BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

A10 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PAREDES SIMPLES – BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

A11 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – SOLOS – BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

A12 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PERFIS DE SOLO – BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

A13 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – ÁRVORES A ENSAIAR – BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

A14 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – DADOS CLIMÁTICOS DE 2006

A15 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – DADOS CLIMÁTICOS DE 2022

A16 CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PLANTAS E VISUALIZAÇÕES 3D

A17 PERFIS

A18 PLANTAS MAIS DETALHADAS – PROJECTO DE EXECUÇÃO E CENÁRIO ALTERNATIVO 1

A19 PLANTAS MAIS DETALHADAS – CENÁRIO ALTERNATIVO 2

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Localização do município do Porto 11

Fig. 2 - Vista de satélite do município do Porto 12

Fig. 3 - Precipitação média e temperatura (T) média, máxima e mínima mensal no Porto 13

Fig. 4 - Variação das médias mensais de velocidade do vento e humidade relativa no Porto 13

Fig. 5 - Evolução da população no município do Porto por faixa etária 14

Fig. 6 - Evolução da proporção entre faixas etárias no município do Porto 14

Fig. 7 - Evolução da variação (Δ) da população por faixa etária e total no município do Porto 15

Fig. 8 - Estrutura orgânica da câmara municipal do Porto 16

Fig. 9 - Hotspots termo-anemométricos na época mais quente do ano 18

Fig. 10 - Hotspots termo-anemométricos na época mais fria do ano 18

Fig. 11 - Proporção de cada tipo de espaço verde urbano 19

Fig. 12 - estrutura orgânica da DMDU 20

Fig. 13 - planta do Porto com a indicação dos arruamentos abrangidos pelo programa Rua Direita e a indicação do caso de estudo 21

Fig. 14 – porção de arruamento a considerar na área de intervenção original do programa Rua Direita 22

Fig. 15 - Tradução da área envolvente à da intervenção em ZCLs 23

Fig. 16 - planta da situação actual com delimitação da porção em estudo 23

Fig. 17 - Alargamentos pontuais do espaço público associados a prédios mais recentes - Rua Direita de Francos 24

Fig. 18 - área de intervenção sobre carta de estrutura ecológica municipal 25

Fig. 19 - área de intervenção sobre carta de estrutura viária e estacionamento 25

Fig. 20 - planta do cenário do projecto de execução com delimitação da porção em estudo e indicação das acessibilidades rodoviárias. Informação adicional nos anexos A17 e A18 28

Fig. 21 - Largo no cruzamento entre as ruas de Francos, do Monte de Ramalde e Direita de Francos 28

Fig. 22 - pressão do estacionamento de residentes na Rua Direita de Francos 29

Fig. 23 - planta do cenário alternativo 2 com delimitação da porção em estudo e indicação das acessibilidades rodoviárias. Informação adicional nos anexos A17 e A19 31

Fig. 24 - FVC nos 4 cenários 33

Fig. 25 - captura de ecrã de smartphone no programa Albedo 35

Fig. 26 - janela de configuração de valores da árvore '01SSDM' no Albero 36

Fig. 27 - Wild Cherry "Plena" (young) no Albero Aristid Editor 37

Fig. 28 - Common Beech (young) no Albero Aristid Editor 38

Fig. 29 - simulação de vista aérea sobre a Rua Direita de Francos virada para poente 41

Fig. 30 - visualização do modelo 3D do cenário alternativo 2 em Sketchup 41

Fig. 31 - visualização do modelo 3D do cenário alternativo 2 no Spaces 42

Fig. 32 - evolução da temperatura do ar na estação do Porto/Pedras Rubras entre as 0:00 de 1 de Julho de 2006 e as 0:00 de 19 de Julho de 2006. Período simulado indicado a vermelho. 42

Fig. 33 - evolução da temperatura (Temp) e humidade relativa (HR) em Pedras Rubras (PR), Rua Direita de Francos (FR) e Rua das Doze Casas (12) no dia 6 de Maio de 2022 – valores de meia em meia hora e nos intervalos de 6:00-7:00, 12:00-13:00 e 18:00-19:00 horas. 44

Fig. 34 - cana de pesca com sensor pendurado pelo fio e coberto com chapéu branco na Rua Direita de Francos 45

Fig. 35 - detalhe do chapéu sobre o sensor 46

Fig. 36 - Estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras 47

Fig. 37 - Localização da estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras e relação com pontos de medição de campo 47

Fig. 38 - evolução da temperatura do ar e velocidade do vento na estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras entre as 6:00 de 13 de Julho de 2006 e as 6:00 do 15 de Julho de 2006. Sombreado a cinza corresponde, sensivelmente, ao período nocturno. Linhas vermelhas indicam momentos de análise 48

Fig. 39 - TFE na situação existente e nos 3 cenários durante o dia 49

Fig. 40 - comparação do efeito de arrefecimento (TFE) dos 3 cenários durante o dia em relação à situação existente. 50

Fig. 41 - comparação entre os três cenários durante o dia 51

Fig. 42- TFE na situação existente e nos 3 cenários durante a noite 52

Fig. 43 - comparação do efeito de arrefecimento (TFE) dos 3 cenários durante a noite em relação à situação existente. 53

Fig. 44 - comparação entre os três cenários durante a noite 54

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - resumo das diferenças entre cenários 32
Quadro 2 - Caracterização do modelo ENVI-met (igual para os 4 cenários) 40
Quadro 3 - resumo da configuração do ficheiro de simulação (igual para as 4 simulações) 43
Quadro 4 - parâmetros humanos utilizados para o cálculo da TFE no Bio-met 44
Quadro 5 - Metadados da estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras 46

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ºC – graus centígrados

K – graus kelvin

T_0 – temperatura superficial

T_a – temperatura do ar

T_g – temperatura do solo

T_R – temperatura rural

T_U – temperatura urbana

ACA – fracção de área coberta por árvores

AMP – área metropolitana do porto

CCDR-N – comissão de coordenação e desenvolvimento regional do norte

CCU – camada de canópia urbana

CEGOT – centro de estudos de geografia e ordenamento do território

CIBIO – centro de investigação em biodiversidade e recursos genéticos

CLA – camada limítrofe atmosférica

CLU – camada limítrofe urbana

CMP – câmara municipal do porto

CRMP – código regulamentar do município do porto

DAF – densidade de área foliar [m^2/m^3]

DFC – dinâmica de fluídos computacional

DMDU – direcção municipal de desenvolvimento urbano

DMEVHP – departamento municipal de espaços verdes e higiene pública

DMP – divisão municipal de projectos

EMAAC – estratégia municipal de adaptação às alterações climáticas

FCUP – faculdade de ciências da universidade do porto

FEUP – faculdade de engenharia da universidade do porto

FLUP – faculdade de letras da universidade do porto

FVC – factor de visão celestial

IAF – índice de área foliar

ICU – ilha de calor urbano

ICU_{Sub} – ilha de calor urbano subterrâneo

ICU_{Sup} – ilha de calor urbano superficial

ICU_{CCU} – ilha de calor urbano da camada de canópia

ICU_{CLU} – ilha de calor urbano da camada limítrofe

IICU – intensidade da ilha de calor urbano

IPMA – instituto português do mar e da atmosfera

IVS – *index view sphere*

NUT – nomenclatura das unidades territoriais para fins estatísticos

PC – proporção de canhão

PDM – plano director municipal

RSU – resíduos sólidos urbanos

TFE – temperatura fisiológica equivalente

ZCL – zona climática local

Fig. – figura

jul – julho

1
INTRODUÇÃO E METODOLOGIA

1.1. CALOR URBANO

O processo de urbanização do território, provavelmente a mais relevante marca da presença humana neste planeta (Norberg-Schulz, 1980), trás consigo profundas alterações aos vários componentes do ecossistema que, por sua vez, resultam numa paisagem climática distinta – o clima urbano (Oke et al., 2017). Uma das implicações em que estas alterações se traduzem é o generalizado sobre-aquecimento do espaço urbano em relação à sua versão rural. Este fenómeno, conhecido como Ilha de Calor Urbano (ICU), tem sido observado e estudado desde que foi cientificamente descrito em Londres em 1818 por Luke Howard a quem viria a ser atribuída a *paternidade* da climatologia urbana (Oke et al., 2017).

Temperaturas mais elevadas em áreas urbanas podem resultar em graves efeitos inconvenientes tanto para o quotidiano dos habitantes, incluindo a sua morte, como também para a globalidade da qualidade ambiental das cidades (Santamouris, 2020). Daí que se deva considerar o calor urbano uma séria ameaça. Ainda mais se lembrarmos que, em 1950 a população mundial humana era estimada em cerca de 2.6 mil milhões, 5 mil milhões em 1987, 6 mil milhões em 1999, 7.7 mil milhões no ano passado e que se prevê que atinja os 9.7 mil milhões em 2050 e um pico de 11 mil milhões por volta do final do século (UN, 2021), ao mesmo tempo que a proporção dessa população, que vive em áreas urbanas, também tem vindo a aumentar. Em 2018, estimava-se que essa proporção fosse de 55% e esperava-se que atingisse os 68% até 2050 (UN, 2018). Ou seja, se assumirmos a mesma proporção de 2018 para 2021, estamos a falar de 4.2 mil milhões a viver em cidades em 2021 e 6.6 mil milhões em 2050. Um crescimento da população urbana superior a 50%. As alterações climáticas, por outro lado, vêm dramatizar a circunstância e têm progredido mais rápido do que previsto (Meinshausen et al., 2009). O Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas (IPCC) projectava, em 2013, que a temperatura média do ar e superficial fosse aumentar – em relação ao período 1986-2005, +0.61 ºC se se considerar o período 1850-1900 – entre 0.3 e 4.8 ºC até ao ano de 2100 (Stocker et al., 2013). No entanto, já em 2021, o mesmo IPCC revia a projecção para a que a temperatura, *muito provavelmente*, aumente entre 1 a 5.7 ºC até ao ano de 2100 – em relação ao período de 1850-1900 (IPCC, 2021). A procura de soluções para minimizar os efeitos nefastos da crescente urbanização maximizados pelas alterações climáticas é, por isso, uma urgência.

Se vários estudos indicam que é a geometria urbana que tem o maior impacto na mitigação destes efeitos (Lai et al., 2019), também é verdade que, pelo menos na Europa, não é executável uma profunda redefinição da geometria das suas cidades. É essencial encontrar soluções que permitam adaptar as cidades sem fazer destas *tábua rasa.* Além da geometria, a introdução de vegetação, quer nas ruas e/ou parques, quer nas fachadas e coberturas de edifícios, parece conseguir os efeitos mitigadores mais promissores (Lai et al., 2019). Alguns estudos procuram definir a quantidade óptima de vegetação para

ajudar os decisores a optarem melhor (Yu et al., 2020), por outro lado, dada a complexidade geométrica e física das cidades, programas de simulação possibilitam a experimentação de diversas soluções num cenário específico. O ENVI-met é o programa neste campo mais amplamente usado (Toparlar et al., 2017).

1.2. OBJECTIVOS

No âmbito de um protocolo celebrado entre a FEUP e a Câmara Municipal do Porto para a elaboração desta dissertação, procuramos confrontar o uso potencial deste programa de simulação com a prática municipal. Procuramos os entraves e, com isso, contribuir tanto para a investigação científica como, idealmente, para a sua aplicação na prática de projecto urbano.

O caso de estudo integra um programa de requalificação de arruamentos chamado *Programa Rua Direita* e trata-se de uma quase total reorganização do espaço público nesses arruamentos – inclui ainda uma extensa reconfiguração das infraestruturas enterradas. É, por isso, uma circunstância ideal para a inserção de vegetação no espaço público e, com isso, contribuir para o esforço de mitigação da ICU.

Assim, com recurso ao programa de simulação, procuramos avaliar o impacto térmico de várias abordagens. Tratando-se de uma dissertação de mestrado, só testamos 3 abordagens, além da situação existente. São elas:

- a proposta actualmente em projecto de execução na Câmara;
- exactamente a mesma proposta em projecto de execução, mas com árvores mais altas e com o mesmo diâmetro de copa;
- adição de 50% de árvores e a introdução de uma ramada.

Com o teste destes cenários, esperamos poder concluir qual das propostas será mais benéfica, termicamente, e quantificar a diferença para apoiar o processo de decisão projectual na requalificação do arruamento em estudo. Adicionalmente, esperamos evidenciar entraves ou limitações nesta metodologia.

1.3. METODOLOGIA

1.3.1. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação divide-se em 4 capítulos, sendo o primeiro a presente introdução. Segue-se uma breve revisão da literatura sobre a temática da ICU, os seus impactos e as estratégias para a sua mitigação e uma introdução ao ENVI-met. O capítulo 3 diz respeito ao caso de estudo e subdivide-se em 5 sub-capítulos:

- introdução à cidade do Porto;
- apresentação do projecto em estudo e os seus cenários alternativos;
- detalhes sobre o processo de modelação, configuração e validação das simulações no ENVI-met;
- resultados das simulações;
- discussão.

Segue-se, por fim, a conclusão no capítulo 4. Adicionalmente, estão incluídos 19 anexos com informação mais detalhada sobre aspectos da modelação e cenários testados.

1.3.2. METODOLOGIA ESPECÍFICA AO CASO DE ESTUDO

O processo de selecção do projecto do programa *Rua Direita* que serve de caso de estudo para esta dissertação, guiou-se pelos seguintes princípios:

- a obra não podia já estar, ou em vias de estar, no terreno;
- a obra tinha que não ter, originalmente, árvores e ter espaço suficiente para a introdução de árvores;
- o local tinha que ser consolidado e com um claro canhão viário, idealmente, orientado nascente-poente;

São por isso, inicialmente, selecionados os projectos n.º 3.1 e n.º 5.4 – este último na Rua das Doze Casas. O n.º 5.4 acabou por ser, mais tarde, excluído devido a falta de capacidade de *correr* também as suas simulações.

No capítulo do caso de estudo, procurou-se, após breve contextualização geográfica e institucional, entender a actual abordagem da Câmara quanto à mitigação da ilha de calor e o enquadramento do projecto em estudo nessa mesma estratégia.

Por uma questão de clareza e simplicidade, adoptou-se a Temperatura Fisiológica Equivalente[1] (TFE) (Höppe, 1999; Matzarakis et al., 1999; Oke et al., 2017) como parâmetro de análise neste estudo. Isto justifica-se por a TFE permitir, com um só valor, caracterizar o nível de conforto térmico, que é o foco deste estudo. Também por uma questão de clareza e simplicidade, os períodos de análise são apenas dois e procuram reflectir os casos extremos durante o dia e a noite.

Além dos necessários cenários da situação existente e da proposta em projecto de execução, a selecção dos cenários adicionais, também limitados devido a falta de capacidade de *correr* um maior número de simulações, seguiu as seguintes prioridades:

- testar uma alternativa muito pouco diferente do previsto em projecto de execução que fosse directamente útil para a Câmara, uma vez que, com maior facilidade, poderia ser aplicada na execução em obra;
- explorar o efeito de uma inserção de vegetação mais intensiva para poder servir de contraste.
- ensaiar o recurso a uma ramada[2] no espaço público, visto haver muito pouco estudo nesse sentido e entender ser comum a sua presença – ora de vinha, ora de kiwis – na ruralidade envolvente à cidade do Porto.

[1] *'Physiological Equivalente Temperature'*

[2] As ramadas podem ser de espécies que melhor se adequem à circunstância, podem ser de folha caduca, emitir menos radiação de onda-longa do que toldos devido ao seu processo de evapotranspiração, permitir mais ventilação vertical do que os toldos devido à estrutura foliar, cobrir áreas com formas muito mais flexíveis do que as árvores – que estão limitadas ao círculo da sua copa – e a localização dos caules é também muito mais flexível do que com árvores.

2
ESTADO DA ARTE

2.1. ILHA DE CALOR URBANO (ICU) E OS SEUS IMPACTOS

O fenómeno conhecido por ICU refere-se à circunstância em que as temperaturas do ar (T_a) e superficiais (T_0) numa área urbana são, no mesmo momento, superiores às medidas nas áreas rurais adjacentes (Manoli et al., 2019; Santamouris, 2013). É um dos mais claros exemplos da modificação inadvertida do clima por acção dos humanos (Oke et al., 2017) e tem sido extensivamente estudado um pouco por todo o mundo (Clinton & Gong, 2013; Imhoff et al., 2010; Liao et al., 2018; Peng et al., 2012; Zhao et al., 2014; Zhou et al., 2013; Zhou et al., 2016).

A ICU é, primordialmente, causada pela alteração: no cobrimento do solo, alterando a radiação superficial de onda-longa emitidas pelas superfícies; da materialidade das superfícies urbanas, aumentando a emissividade de calor; e da emissão de calor antropogénico (Montazeri et al., 2017; Solcerova et al., 2017; Sun et al., 2018; Voogt & Oke, 2003; Weng et al., 2011; Yu et al., 2020). No entanto, considera-se ainda difícil identificar e isolar os factores que provocam e regulam a intensidade da ICU (Manoli et al., 2019).

A Intensidade da ICU (IICU), por outro lado, é definida como a diferença entre a temperatura rural (T_R) e a mais alta temperatura urbana (T_U) (Oke, 1973; Yu et al., 2020). Dados empíricos de numerosos estudos indicam que a intensidade média se situa entre os 4 e 5 ºC, chegando mesmo, em casos extremos, aos 10 ºC (Santamouris, 2015; Santamouris, 2016). Devemos, no entanto, distinguir tipos de ICU. De acordo com Oke (1995), devem distinguir-se os seguintes (Oke et al., 2017):

- Ilha de Calor Urbano Subterrâneo[1] (ICU_{Sub}) – padrões de temperatura do solo (T_g) sob a cidade, incluindo solos urbanos, construções subterrâneas e solos rurais (Luo & Asproudi, 2015; Schweighofer et al., 2021);
- Ilha de Calor Urbano Superficial[2] (ICU_{Sup}) – padrões de T_0 no interface entre a atmosfera exterior e os materiais sólidos da cidade e equivalentes em meio rural (Fu et al., 2022; Hu et al., 2019);
- Ilha de Calor Urbano da Camada de Canópia[3] (ICU_{CCU}) – diferenças entre a T_a contida na Camada de Canópia Urbana[4] (CCU) (Oke et al., 2017) e a T_a contida na camada junto ao solo à altitude correspondente numa área rural adjacente (Pichierri et al., 2012; Yang et al., 2022).
- Ilha de Calor Urbano da Camada Limítrofe[5] (ICU_{CLU}) – T_a contido entre o topo da CCU e o topo da Camada Limítrofe Urbana[6] (CLU) (Oke et al., 2017) e a T_a registada à altitude correspondente na Camada Limítrofe Atmosférica[7] (CLA) (Oke et al., 2017) sobre uma área rural adjacente (Barlow et al., 2015; Zhong et al., 2021).

Temperaturas mais elevadas em áreas urbanas podem resultar em graves efeitos inconvenientes tanto para o quotidiano dos habitantes como também para a globalidade da qualidade ambiental das cidades (Santamouris, 2020). O sobre-aquecimento urbano tem provocado um claro aumento do consumo de energia em arrefecimento, uma significativa subida dos picos de procura energética, uma proliferação da mortalidade e morbilidade relacionadas com o calor excessivo, um reforço da concentração de poluentes prejudiciais e um agravar dos níveis de vulnerabilidade social (Akbari, 2009; Gabriel & Endlicher, 2011; Santamouris, 2015; Santamouris, 2020; Sun & Chen, 2012; Ulpiani, 2021; Wong et al., 2016; Zhou et al., 2018). Quanto mais forte o efeito de ICU, maior a propensão para impactos negativos. Com as alterações climáticas, que se têm revelado numa tendência de aquecimento global do sistema climático mundial (Brysse et al., 2013), as áreas urbanas, em particular, são – e irão ser cada vez mais (Arias et al., 2021) – afectadas por uma maior frequência, intensidade e duração das ocurrências de eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor, e de dias e noites quentes (Perkins, 2015), o que, por sua vez, vem reforçar cada vez mais os fenómenos como a ICU (Seneviratne et al., 2006; Ward et al., 2016).

Os impactos da ICU são bastante diversos e existe uma forte sinergia entre eles que deve ser estudada e equacionada (Santamouris, 2020).

O aumento da temperatura ambiente resulta, regra geral, no aumento do consumo de electricidade no edifificado para arrefecimento, no intensificar dos picos de consumo durante as estações quentes que implica a construção de mais centrais electricas, na redução da eficácia de produção electrica das centrais térmicas e nucleares, na redução da capacidade de transmissão da rede de distribuição electrica, no aumento de perdas entre sub-estações e postos de transformação (Bartos et al., 2016; Chandramowli & Felder, 2014; Dirks et al., 2015; Santamouris, 2020).

Por exemplo, estima-se que a produtividade das centrais nucleares seja reduzida em 0.8 % por cada grau adicional na temperatura ambiente (Daycock et al., 2004; Rübbelke & Vögele, 2011). Por outro lado, num estudo de 2014, em que se analisou as necessidades de energia para arrefecimento em 18 cidades entre 1970 e 2010, estimou-se uma variação da necessidade energética para arrefecimento de 14 a 100 kWh/m^2/ano em 1970 para 20 a 125 kWh/m^2/ano em 2010, pelo que se calculou um aumento médio da carga energética para arrefecimento de cerca de 76kWh/m^2/ano/C (Santamouris, 2014b).

Altas temperaturas aceleram as reacções fotoquímicas no ar que, através de interacções químicas entre óxidos de nitrogénio e hidrocarbonetos, resultam na formação de ozono troposférico (Coates et al., 2016). Este, por sua vez, é altamente tóxico e oxidante para os humanos, afectando os sistemas cardiovascular e repiratório, pelo que está associado a aumentos de morbilidade e mortalidade devidos a calor excessivo (Reid et al., 2012). De facto, vários estudos demonstram uma forte relação entre a formação deste ozono troposférico com temperaturas ambientais elevadas (Brunekreef & Holgate, 2002; Pyrgou et al., 2018; Yoshikado & Tsuchida, 1996). Outros estudos estabelecem ainda relação entre a intensidade da sua formação e concentração e a IICU (Ryu et al., 2013; Swamy et al., 2017).

Vários estudos demonstram uma correspondência espacial entre as áreas afectadas por temperaturas elevadas e as características fisico-socio-económicas vulneráveis dos seus habitantes (Harlan & Ruddell, 2011; Leal Filho et al., 2018; Weber et al., 2015). Por outro lado, assumindo que a população vulnerável de baixos rendimentos mora, normalmente, em edifícios termicamente menos eficientes (Santamouris et al., 2014), o impacto no custo energético para arrefecer será ainda mais dramático (Gouveia et al., 2018).

Existe um consenso alargado que a exposição a temperaturas elevadas representa um sério risco para a saúde (Gasparrini et al., 2012; Kovats et al., 2004; Monteiro et al., 2013) e que tem maior impacto na população mais idosa (Johnson et al., 2005; Stafoggia et al., 2006), seguida pela com doenças pré-

existentes (Chow et al., 2012) pela socio-economicamente vulnerável (Fouillet et al., 2008) e pela socialmente isolada (Harlan et al., 2008). Por exemplo, através da análise de dados de vários estudos foi possível quantificar que, enquanto o risco de mortalidade cardiovascular aumenta em 1.3 % para a generalidade da população, o mesmo aumenta 8.1 % para a população mais idosa (Reid et al., 2009).

2.2. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DA ICU

A geometria urbana, seguida pela vegetação, tem o maior efeito na mitigação da ICU (Lai et al., 2019). O principal efeito da geometria urbana no ambiente térmico é a modificação das trocas térmicas por convecção e radiação, sendo que uma morfologia densa e elevada costuma bloquear a radiação solar e reduzir a velocidade do vento (Johansson, 2006; Lai et al., 2019; Taleghani et al., 2014; Wang Y., 2014). Espaços urbanos compactos com um reduzido Factor de Visão Celestial[8] (FVC) (Oke et al., 2017) ou uma elevada Proporção de Canhão[9] (PC) (Oke et al., 2017) estão, geralmente, menos expostos à radiação solar, criando, por isso, melhores condições de conforto térmico em climas quentes (Johansson, 2006; Kakon et al., 2009; Lai et al., 2019; Wang Y., 2014). Num estudo empírico na envolvente de uma universidade em Atenas, Grécia, Charalampopoulos et al. (2013) revelaram que, durante o mês de Julho, os locais com FVC mais reduzido registavam, normalmente, menos stress térmico. A orientação do canhão viário, por outro lado, também afecta a quantidade de radiação que este recebe, sendo que os orientados nascente-poente são os sujeitos às exposições mais prolongadas (Ali-Toudert & Mayer, 2006; Andreou, 2013; Taleghani et al., 2014). Já a orientação do canhão viário tem impacto na velocidade do vento, sendo que, se este estiver orientado paralelamente à direcção do vento, o fluxo de ar é mais facilmente direccionado para o interior do canhão (Chatzidimitriou & Yannas, 2015; Johansson & Emmanuel, 2006; Oke et al., 2017).

A Temperatura Fisiológica Equivalente[10] (TFE) (Höppe, 1999; Matzarakis et al., 1999) tende a ser mais reduzida em espaços compactos do que em abertos (Cheung & Jim, 2018; Kántor et al., 2018; Shashua-Bar et al., 2012), o que indica que, apesar de o vento ser reduzido, o benefício da maior quantidade de sombra compensa positivamente (Andreou, 2013; Lai et al., 2019) em situações de calor. No entanto, poderá ser uma desvantagem em situações de frio (Jamei et al., 2016).

Os principais efeitos da vegetação no ambiente térmico é o bloqueio da radiação (Brown & Gillespie, 1995; Wang et al., 2015), a desaceleração do vento e a redução da temperatura do ar (Lai et al., 2019). No entanto, tal como acontece em áreas urbanas compactas quando a radiação solar é baixa ou ausente, as árvores podem bloquear a radiação de onda-longa e aumentar a temperatura média radiante durante a noite (Morakinyo et al., 2016).

A extensão, tamanho, forma e características foliares das árvores afecta a sua performace térmica (Lai et al., 2019). Aumentando a Área Coberta por Árvores[11] (ACA) (Balany et al., 2020; Morakinyo & Lam, 2016) e recorrendo a árvores com copas mais largas, é possível reduzir a temperatura média radiante até 40 K (Wang Y., 2014). Por outro lado, uma copa com forma cilíndrica parece ser mais eficaz na mitigação do stress térmico do que as copas esféricas ou cónicas (Milošević et al., 2017). Um maior Índice de Área Foliar[12] (IAF) (Balany et al., 2020; Jura et al., 2019; Kong et al., 2017; Krayenhoff et al., 2020; Lin & West, 2016; Morakinyo & Lam, 2016; Redon et al., 2020; Teshnehdel et al., 2020; Tsoka et al., 2018; Yu et al., 2020) ou uma maior Densidade de Área Foliar[13] (DAF) (Balany et al., 2020; Krayenhoff et al., 2020; Lin & West, 2016; Morakinyo & Lam, 2016; Redon et al., 2020; Tsoka et al., 2018) parecem estar associados à redução de radiação de onda-curta (Shahidan et al., 2010).

A vegetação também reduz a radiação de onda-longa devido à redução da temperatura superficial que resulta da transpiração (Bianco et al., 2017; Chatzidimitriou & Yannas, 2015; Zheng et al., 2016). Ao

contrário do que acontece em arestas e coberturas de edifícios, em que o vento é acentuadamente acelerado, no caso das árvores este é suavemente abrandado (Heisler et al., 1994; Morakinyo et al., 2016; Oke et al., 2017).

No processo natural de evapotranspiração da vegetação, a temperatura das folhas e do ar circundante diminui (Oke, 2002). Aumentar a ACA pode produzir uma maior redução de temperatura . Por outro lado, as coberturas ajardinadas poderão também ajudar na redução da T_a (Santamouris, 2014a). No entanto o efeito ao nível do pedestre parece depender da altura do edifício, sendo que o efeito já se possa sentir quando instalado na cobertura de edifícios com 10 m (Berardi, 2016; Ouldboukhitine et al., 2014; Wong & Jusuf, 2010).

Apesar da vegetação abrandar o vento, parece melhorar o ambiente urbano, em especial as árvores, pela redução da radiação e pelo arrefecimento do ar (Lai et al., 2019; Lee et al., 2016). A adição de árvores ao longo de ruas orientadas nascente-poente produzem, regra geral, mais melhorias na regulação térmica do que ao longo de ruas norte-sul, o que se deverá ao facto de o ambiente térmico nas norte-sul já ser, à partida, mais satisfatório devido à orientação (Andreou, 2013). A adição de árvores em áreas bastante ensombradas poderá até ser, por isso, contra-producente no Verão devido ao consequente abrandamento do vento (Lin et al., 2008).

A relação dos habitantes urbanos e dos gestores das infraestruturas com as árvores de rua é algo conturbada (Dandy, 2010; Escobedo et al., 2011; Rotherham, 2010). Um estudo sobre a percepção pública das árvores de rua no Porto, Portugal, concluíu ser comum nos idosos a percepção das árvores de rua como um risco potencial (Fernandes et al., 2019). Adicionalmente, estas são capazes de causar sérios danos e prejuízos nas infraestruturas urbanas como, pavimentos e instalações técnicas subterrâneas (Randrup et al., 2001; Watson et al., 2014). Por outro lado, as árvores de rua são frequentemente alvo de constantes stresses como poluição, compactação do solo, falta de espaço de crescimento aéreo e radicular, etc. (Yang & McBride, 2003). Daí que tenham surgido vários estudos sobre as problemáticas da implementação de elementos vegetais em meios urbanos, especialmente árvores em ruas, onde se estudam critérios de escolha das espécies e se analisam variadíssimas técnicas para mitigar o problema do conflicto entre o crescimento radicular e a integridade das infraestruturas subterrâneas – como é exemplo o solo estrutural ou as células estruturais (Hilbert et al., 2020; Ordóñez-Barona et al., 2018; Ow & Ghosh, 2017a, 2017b; Watson et al., 2014).

2.3. MÉTODOS PREDITIVOS DE EFEITOS MITIGADORES DA ICU – ENVI-MET

Procurando fazer uso dos conhecimentos crescentes em matéria de mitigação dos efeitos indesejados da ICU no clima urbano (Oke, 2006), e graças à crescente evolução da capacidade computacional, diversos modelos numéricos de simulação da interacção de comportamentos térmicos das superfícies com a atmosfera têm sido desenvolvidos (Anthes & Warner, 1978; Bruse & Fleer, 1998; Chen & Dudhia, 2001; Fan & Sailor, 2005; Kondo et al., 2005; Kusaka et al., 2001; Oke, 1982; Reisner et al., 1998; Toparlar et al., 2017). Destes, parecem mais eficazes os baseados na Dinâmica de Fluidos Computacional (DFC) por, aparentemente, conseguirem resolver, simultaneamente, todos os cálculos de fluidos contidos no espaço urbano (Lai et al., 2019; Mirzaei & Haghighat, 2010). No entanto, devido ao potencial enorme volume de informação e cálculos envolvidos nestas simulações, a exigência computacional ainda representa um obstáculo (Mirzaei & Haghighat, 2010).

Dentro destes modelos DFC, destaca-se o programa informático ENVI-met (Huttner & Bruse, 2009), cujo lançamento da primeira versão – v.3.0 – foi anunciado em 1998 (Bruse & Fleer, 1998) e que tem sido, no contexto de clima urbano, um dos simuladores mais amplamente usados (Lai et al., 2019;

Toparlar et al., 2017; Tsoka et al., 2018). Em 2014, foi fundada a empresa ENVI-met GmbH (ENVI-met, 2022a) e a versão v.5.0. foi recentemente lançada (ENVI-met, 2022b). Talvez em resposta a críticas a algumas das limitações quanto à definição do modelo de cálculo de turbulência (Huttner, 2012; Toparlar et al., 2017), esta versão possibilita a selecção de um entre quatro modelos: Mellor e Yamada 1982; Kato e Launder 1993; Lopez et al. 2005 ; Bruse/ENVI-met 2017.

Anuncia, ainda, três novas funcionalidades:

- a possibilidade de integração na linguagem Python (Bruse, 2021a; Van Rossum & Drake Jr, 1995);
- *Index View Sphere* (IVS) – um novo método de modelação da radiação secundária que, aumentando a exigência computacional, anuncia ser muitíssimo mais preciso e fidedigno da realidade do que o método usado na versão anterior (Simon, 2021);
- um novo método de modelação de árvores – em vez da modelação partir da colocação de cubos no espaço com determinado DAF, é possível modelar a partir de um modelo estrutural quantificado de árvore que, por sua vez, é modelado com recurso a programação baseada no sistema algoritmico de Lindenmayer (Bruse, 2021b; Lindenmayer & Prusinkiewicz, 1990).

[1] *'Subsurface Urban Heat Island'*
[2] *'Surface Urban Heat Island'*
[3] *'Canopy Layer Urban Heat Island'*
[4] *'Urban Canopy Layer'*
[5] *'Boundary Layer Urban Heat Island'*
[6] *'Urban Boundary Layer'*
[7] '*Atmospheric Boundary Layer'*
[8] *'Sky View Factor'*
[9] '*Canyon Aspect Ratio'*
[10] *'Physiological Equivalent Temperature'*
[11] *'Tree Covered Area'*
[12] '*Leaf Area Index'*
[13] *'Leaf Area Density'*

3
CASO DE ESTUDO

3.1. A CIDADE DO PORTO E O PROGRAMA *RUA DIREITA*

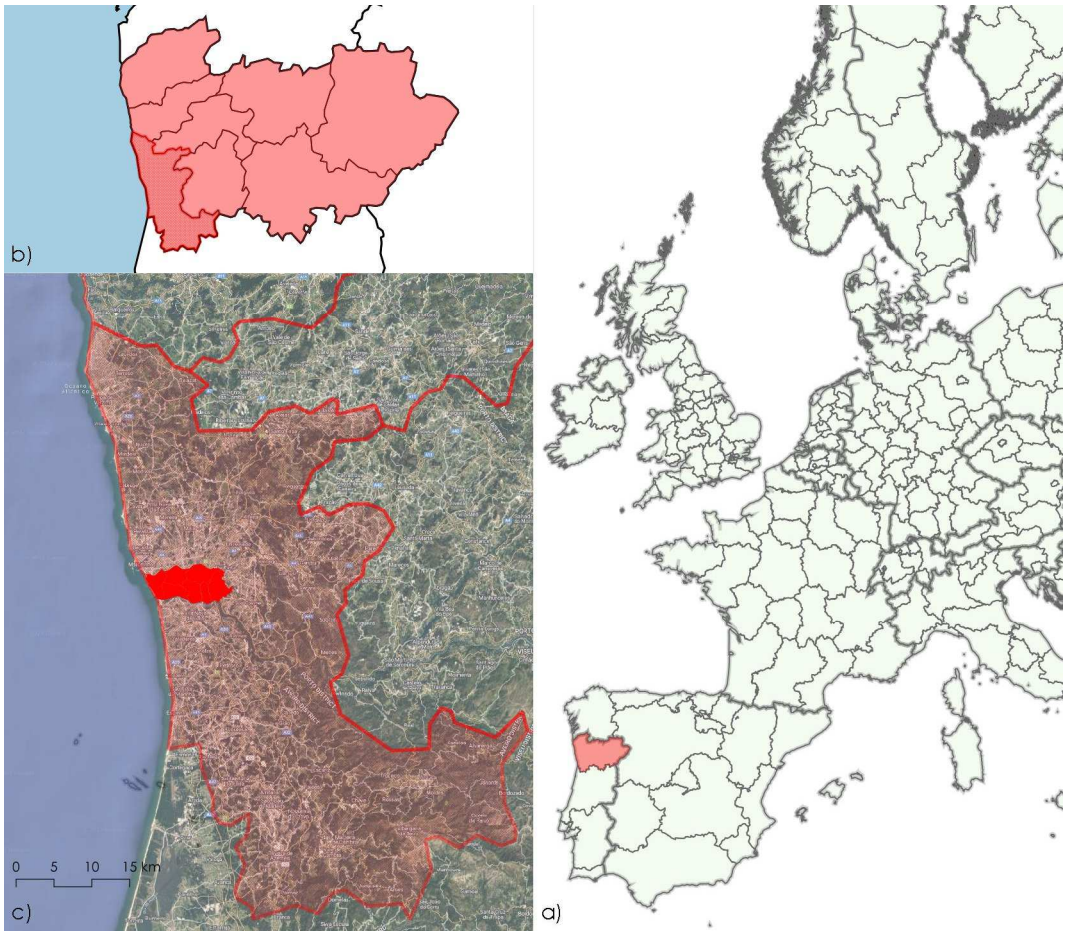


Fig. 1 - Localização do município do Porto

a) a região NUTS II *Norte* no contexto europeu; b) a AMP (NUTS III) no contexto da região *Norte*; c) o município do Porto no contexto da AMP.

Fonte: adaptado de Google, Eurostat/GISCO (s. d.) e DGT (2021).

3.1.1. A CIDADE E A SUA POPULAÇÃO

Compreendido entre os paralelos *8°33'05''* e *8°36'30''O* e os meridianos *41°08'16''* e *41°11'10''N* (CMP, 2015), o município do Porto é a circunscrição territorial, subdividida em 7 freguesias, de Portugal continental em que este estudo tem lugar (DGT, 2021). Integra a Entidade Intermunicipal da Área Metropolitana do Porto (AMP) (Lei n.º 75/2013) que, por sua vez, corresponde à unidade territorial de nível 3 de mesmo nome no sistema hierárquico de Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUT) criada pelo Eurostat (PORDATA, s.d.). Este município, com cerca de 41 km², encontra-se acantonado entre a margem norte do estuário do Douro e o oceano Atlântico.

A altimetria é relativamente homogénea – entre 0 e 160 m – com uma maior predominância entre as cotas 31 e 90 – cerca de 51 % – seguida pelas superiores a 91 – cerca de 37 % – e, predominantemente mais no litoral, pelas inferiores a 30 – cerca de 12 %. Em relação a declives, o território é cruzado por vários cursos de água junto aos quais o declive se acentua, em particular junto ao rio Douro. No entanto, enquanto que a parte ocidental apresenta uma predominância de declives suaves, a parte oriental apresenta uma grande variedade de declives fruto da acção dos rios Torto e Tinto (CMP, 2016).



Fig. 2 - Vista de satélite do município do Porto
Limites do município indicados a vermelho; principais linhas de água (além do rio Douro) indicadas a azul.
Fonte: adaptado de Google, DGT (2021) e PDM do Porto (CMP, s.d.-a)

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima é do tipo Csb – temperado com Verão seco e suave – e localiza-se na região climática de Entre Douro e Minho e Beira Litoral (IPMA, 2022b). O seu clima é particularmente condicionado pela proximidade ao oceano Atlântico a poente e a presença de montanhas a nascente (CMP, 2016). A sua temperatura média anual é de 14.9 °C e regista uma precipitação média anual de 1139.5 mm. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses com menor precipitação. A amplitude das temperaturas registadas é de 42.1 °C, sendo que a mínima de -3.8 °C foi registada no dia 13.02.1983 e a máxima de 38.3 °C no dia 14.06.1981. No entanto, a diferença entre as

temperaturas médias mínimas e máximas mensais situa-se entre os 7.2 °C em Dezembro e os 9.5 °C em Agosto (Fig. 3).

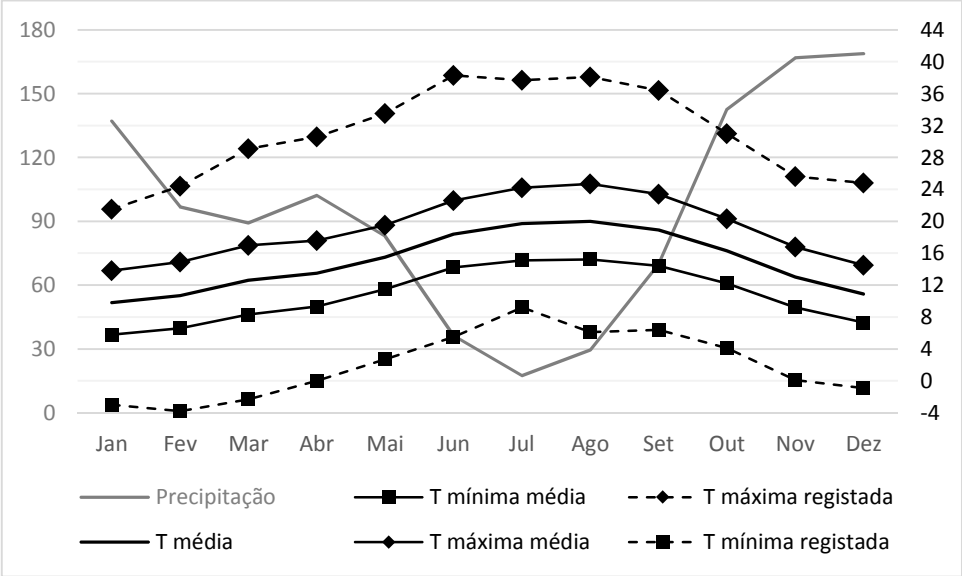


Fig. 3 - Precipitação média e temperatura (T) média, máxima e mínima mensal no Porto
Fonte: adaptado de normais climatológicas da estação do Porto/Pedra Rubras entre 1981-2010 (IPMA, 2022b)

Em relação à humidade relativa, regista-se um valor médio anual de 82 %. Por fim, a velocidade média anual do vento é de 14.2 km/h, sendo nos meses de Verão em que se registam as médias mais baixas – entre 11.9 e 13.5 km/h (Fig. 4).

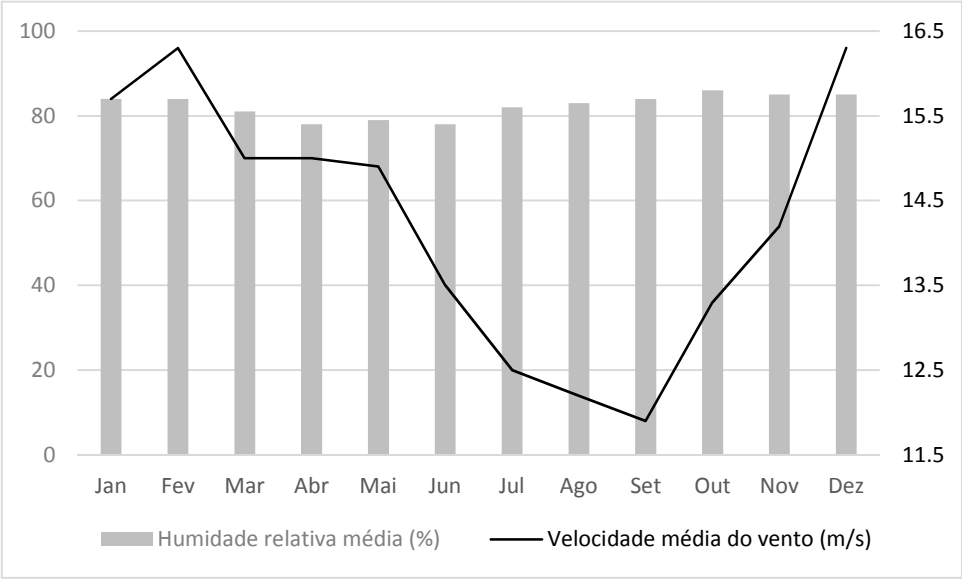


Fig. 4 - Variação das médias mensais de velocidade do vento e humidade relativa no Porto
Fonte: adaptado de normais climatológicas da estação do Porto/Pedra Rubras entre 1971-2000 (IPMA, 2022b)

Existem indícios de ocupação humana, quase ininterrupta, desde a Idade do Bronze. Segundo Damião Peres (1962), é talvez com a romanização – a partir do século II AC – e com a abertura da estrada romana entre Lisboa e Braga, que aqui fazia a travessia do rio Douro, que o local começou a ganhar importância.

De facto, segundo o Itinerario de Antonino, um roteiro vial romano do século IV DC, é indicada a existência de uma estação de estrada neste ponto denominada de *Calem*. Segundo o autor, é manifesta a relação entre esta denominação de *Calem* ou *Cale* e a de *Portucale* que a terá substituído nos finais do século IV DC. O nome do burgo que, provavelmente para distinguir da denominação do território que encabeçava – e que viria a dar origem ao nome de Portugal –, passou a *Portus* – em latim, mas *Porto* em português – pelo menos a partir do século XII (Peres, 1962).

Tendo como referência os dados extraídos dos Censos nacionais (Fig. 5 e Fig. 6), é notória a redução[1] e o envelhecimento[2] da população nos últimos 20 anos.

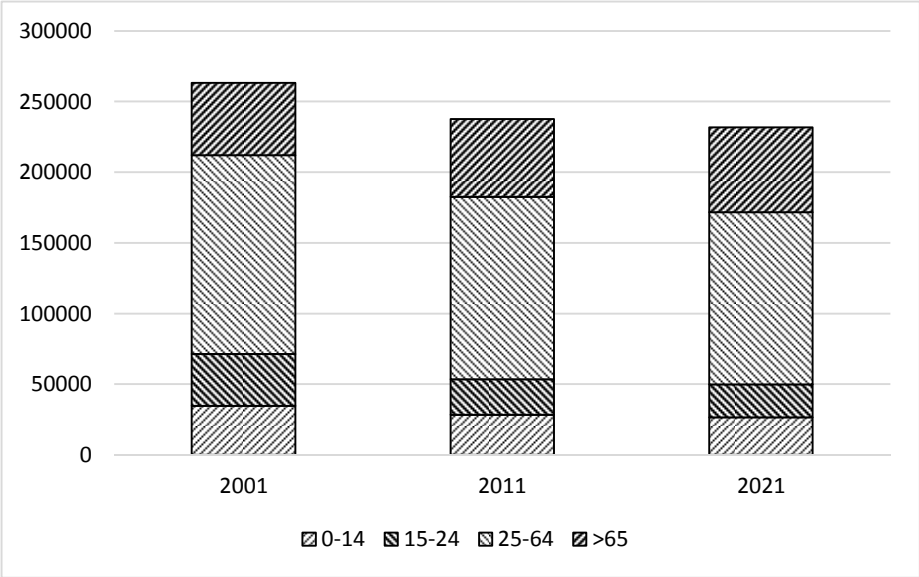


Fig. 5 - Evolução da população no município do Porto por faixa etária
Fonte: adaptado dos dados dos Censos de 2001, 2011 e 2021 (provisórios) (INE, s.d.)

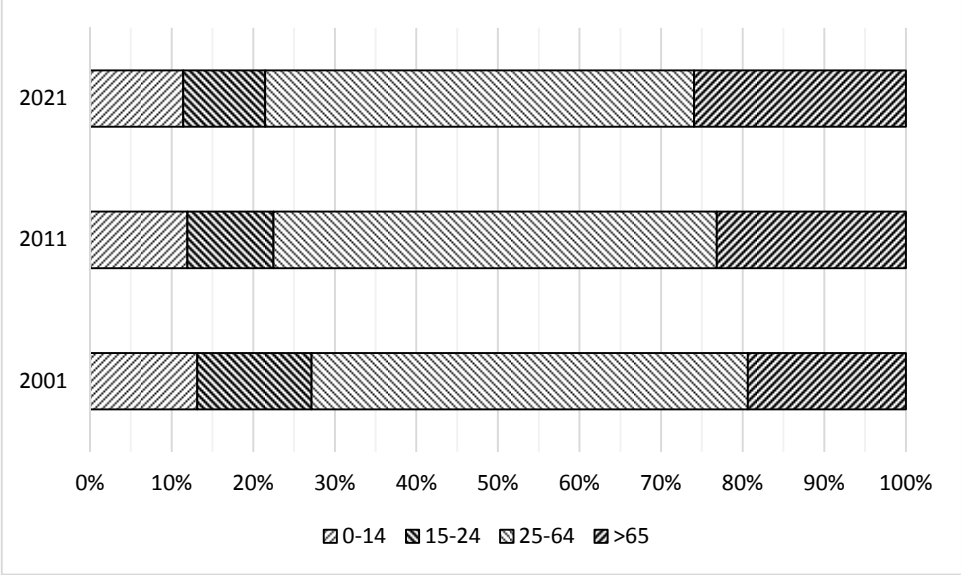


Fig. 6 - Evolução da proporção entre faixas etárias no município do Porto
Fonte: adaptado dos dados dos Censos de 2001, 2011 e 2021 (provisórios) (INE, s.d.)

Apesar de os dados de 2021 mostrarem uma desaceleração da perda populacional nos últimos dez anos – de -9.71 % para -2.43 % –, o envelhecimento tem vindo a acelerar (Fig. 7). É notável que, ao contrário de todas as outras faixas etárias, a população de >65 anos tenha vindo a aumentar cada vez mais rapidamente. Sendo os mais velhos um dos grupos mais vulneráveis em eventos de stress térmico (Johnson et al., 2005; Stafoggia et al., 2006), é justo concluir que é ainda mais relevante a optimização do conforto térmico urbano na cidade do Porto.

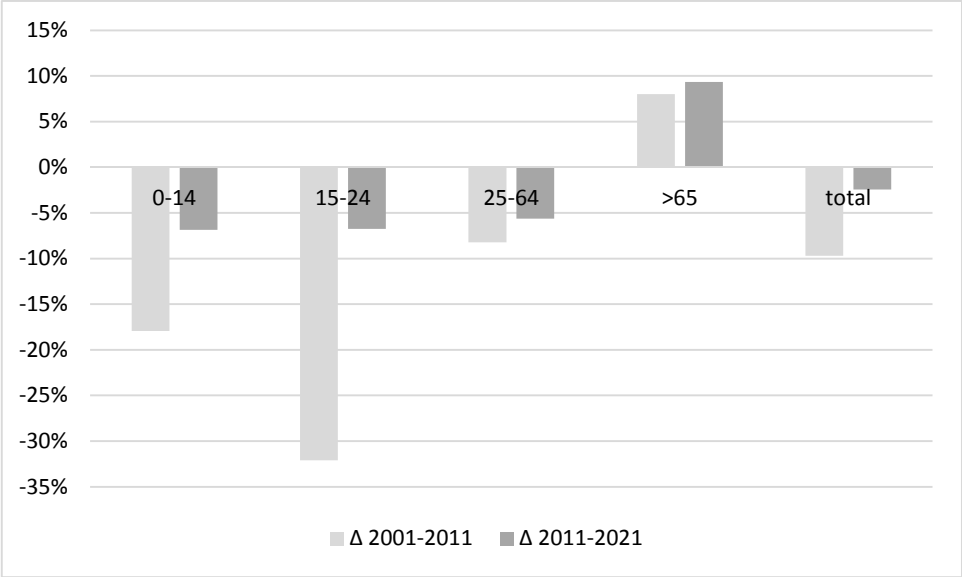


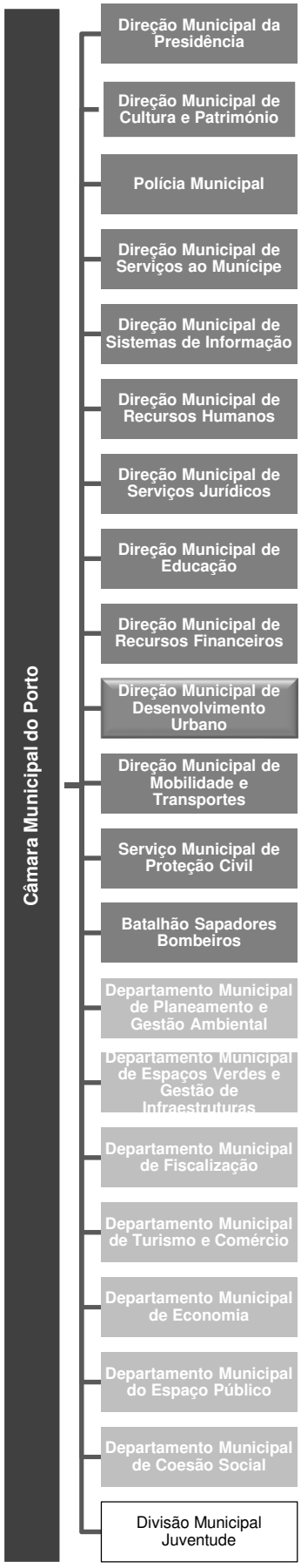
Fig. 7 - Evolução da variação (Δ) da população por faixa etária e total no município do Porto
Fonte: adaptado dos dados dos Censos de 2001, 2011 e 2021 (provisórios) (INE, s.d.)

3.1.2. A ADMINISTRAÇÃO DA CIDADE

Segundo Montalvo (2021), Portugal é uma república democrática unitária[3] apresentando dois níveis de governação: estado; autarquias locais – 308 municípios e 3092 freguesias. Sendo que o estado tem o controle sobre a maior fatia das despesas[4] e receitas[5] públicas. Não existem, portanto, níveis intermédios de governação – que incluam poderes legislativos e fiscais e cujos orgãos sejam directamente eleitos pela população – entre o nível do estado e o do município.

Montalvo (2021) detalha que o poder autárquico, ao nível municipal, é constituído por um orgão deliberativo – assembleia municipal – e por outro executivo – câmara municipal. Oberva que, curiosamente, ambos os orgãos são eleitos por sufrágio directo e universal, o que significa que a câmara não é politicamente responsável perante a assembleia, o que, na prática, se traduz na concentração da gestão municipal no presidente da câmara. O regime jurídico das autarquias locais (Lei n.º 75/2013) define as atribuições dos municípios como se segue: equipamento rural e urbano; energia; transportes e comunicações; educação, ensino e formação profissional; património, cultura e ciência; tempos livres e desporto; saúde; acção social; habitação; protecção civil; ambiente e saneamento básico; defesa do consumidor; promoção do desenvolvimento; ordenamento do território e urbanismo; polícia municipal; cooperação externa.

A actual autarquia municipal do Porto apresenta uma assembleia municipal constituída por 46 membros – 39 directamente eleitos e os presidentes das 7 juntas de freguesia (CMP, 2022b) – e uma câmara municipal constituída por, além do presidente e do vice-presidente, 11 vereadores, sendo que, destes, apenas 5 administram pelouros. Existem 13 pelouros distribuídos nas seguintes pastas: cultura,



conhecimento e relações internacionais; transportes; ambiente e transição climática; inovação e transição digital; saúde e qualidade de vida, juventude e desporto; recursos humanos e serviços jurídicos e proteção civil; finanças, actividades económicas e fiscalização; economia, emprego e empreendedorismo; urbanismo e espaço público; habitação; educação; coesão social; turismo e internacionalização (CMP, 2022c).

Assim, o presidente, o vice-presidente e os 5 vereadores em funções dividem entre si 13 pelouros, pelo que, à excepção de um, cada um acumula a administração de dois pelouros. Na Fig. 8 são apresentadas as várias secções em que a administração da Câmara Municipal do Porto (CMP) se desdobra e que correspondem aos intrumentos de execução das políticas de cada pelouro – não foi possível, no entanto, clarificar na totalidade e com exactidão que secções estão na dependência de que pelouro.

Entre o nível de governação do estado e o do município do Porto existem duas entidades que, cujas competências ora são comissariadas pelo estado – *top-down* – ora delegadas por um conjunto de municípios – *bottom-up* –, devem ser mencionadas.

A entidade ao nível imediatamente acima do município do Porto é o da AMP que, instituída pelo regime jurídico das autarquias locais (Lei n.º 75/2013) e cujo território corresponde à NUT de nível 3, é igualmente constituído por um orgão deliberativo – conselho metropolitano – e por outro executivo – comissão executiva metropolitana. No entanto, tratando-se de uma associação pública de autarquias locais, os seus membros não são directamente eleitos.

No caso do conselho metropolitano, este é composto pelos presidentes das câmaras municipais que integram a AMP. Já no caso da comissão executiva metropolitana, esta é eleita pelas várias assembleias municipais. As atribuições da AMP, definidas no mesmo regime e recorrendo a verbos como *participar*, *promover* e *articular*, são algo superficiais. Reflexo, talvez, da sua dependência do estado e dos municípios que a compõem.

Por fim, no nível entre a AMP e o estado, temos a região governamental do norte, território correspondente à NUT de nível 2, em que, segundo Montalvo (2021), funcionam serviços periféricos de vários ministérios do estado e de onde se destaca a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). Segundo o mesmo autor, a CCDR-N tem representado no seu conselho os municípios que abrange mas, apesar de ter sido recentemente instiuída a eleição indirecta dos dirigentes da CCDR-N através dos orgãos municipais, não deixa de ser uma estrutura de administração desconcentrada do estado[6].

Fig. 8 - Estrutura orgânica da câmara municipal do Porto
Fonte: adaptado de CMP (2022a)

3.1.3. ANÁLISE DA ACTUAL ESTRATÉGIA DE MITIGAÇÃO DA ICU

O facto de o pelouro do ambiente e transição climática[7] estar sobre a administração do vice-presidente da CMP (CMP, 2022c), é um sinal da importância que este executivo parece atribuir às questões ambientais das alterações climáticas. De facto, o Porto é uma das 100 cidades europeias recentemente selecionadas para a *Missão Cidades* da União Europeia (EC, 2022; Porto., s. d.).

A Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC) (CMP, 2016), concluída em 2016, é, talvez, o documento mais significativo que, no que toca a avanços da abordagem municipal à resiliência do ambiente urbano, a CMP elaborou. Este foi desenvolvido no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local (ClimAdaPT.Local, 2015) que, promovido pela Agência Portuguesa do Ambiente, financiado pelo Fundo Português de Carbono e pelo *European Economic Area Grants*[8] e coordenado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, envolveu a parceria de 26 autarquias portuguesas e vários centros de investigação, empresas e associações.

O EMAAC parte de um diagnóstico da circunstância *presente* – anos 2015-2016 – junto com um exercício de projecção das futuras alterações climáticas – até ao final do século XXI – para a identificação das acções prioritárias no município. As projecções revelaram, em resumo, as seguintes tendências:

- Diminuição da precipitação média anual;
- Aumento das temperaturas média e, em especial, máximas anuais;
- Subida do nível médio da água do mar;
- Aumento dos fenómenos extremos de precipitação.

Dentro destas tendências e no âmbito do presente estudo, destacamos as seguintes alterações:

- Secas mais frequentes e intensas;
- Aumento do número de dias com temperaturas muito altas – ≥ 35 °C –, e de noites tropicais, com temperaturas mínimas ≥ 20 °C;
- Ondas de calor mais frequentes e intensas;
- Aumento dos fenómenos extremos, em particular de precipitação intensa ou muito intensa – projeções nacionais.

É, talvez, revelador do grande avanço que o EMAAC representou na CMP quando verificamos que, por exemplo, o Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil (CMP, 2015, pp. 130-189) – elaborado no ano anterior ao EMAAC – equipara o risco que as temperaturas elevadas apresentam para o município com o da queda de meteoritos ou vagas de frio. O mesmo avalia que a probabilidade da ocurrência de uma onda de calor é *baixa,* a mesma que a da queda de um meteorito. Talvez seja pelas revelações que o EMAAC possibilitou que, conforme referido no relatório do PDM (CMP, 2021, p. 34), este plano esteja, neste momento, em revisão.

Na preparação para a revisão do Plano Director Municipal (PDM), tiveram também lugar significativos estudos de caracterização e diagnóstico de várias temáticas que, junto com o EMMAC, vêm aprofundar o conhecimento. Dessas, importa destacar a do Suporte Biofísico e Ambiente cujo estudo, dividido em três sub-temas – caracterização biofísica; clima e ambiente urbano; estrutura ecológica e biodiversidade –, foi elaborado pelo Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT) da Faculdade de Letras da Universidade do Porto e pelo Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (CIBIO) da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

O estudo sobre o clima e ambiente urbano – elaborado pelo CEGOT – (CMP, 2018a) que, anunciando[9] que *"(…) o número de eventos extremos de calor tem vindo a aumentar e os de frio a diminuir após a década de 90 (…)"* (CMP, 2018a, p. 18), procurou territorializar, entre outros aspectos, as áreas onde,

potencialmente, haverá mais desconforto térmico. Recorrendo a um percurso de medições itinerantes de temperatura levadas a cabo nas três décadas precedentes ao estudo, a imagens térmicas do satélite *Landsat 8* e a uma estimativa dos corredores de ventilação, procurou traduzir, no território do município, a probabilidade da ocurrência de ICU – e também a de frio.

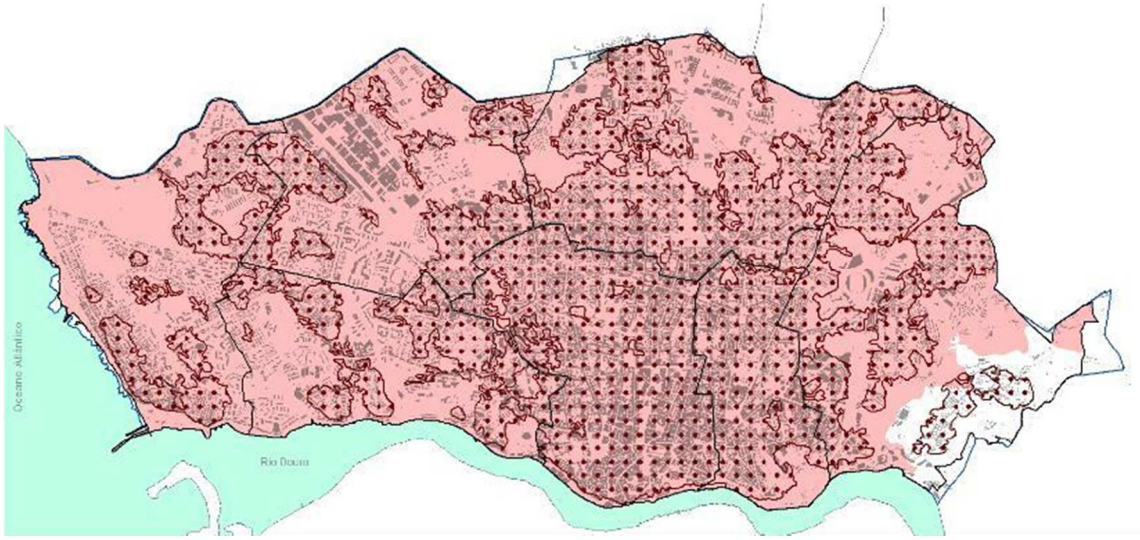


Fig. 9 - *Hotspots* termo-anemométricos na época mais quente do ano
Trama sólida: probabilidade elevada de ocurrência de calor extremo / trama ponteada: áreas pouco ventiladas
Fonte: CMP (2018a)

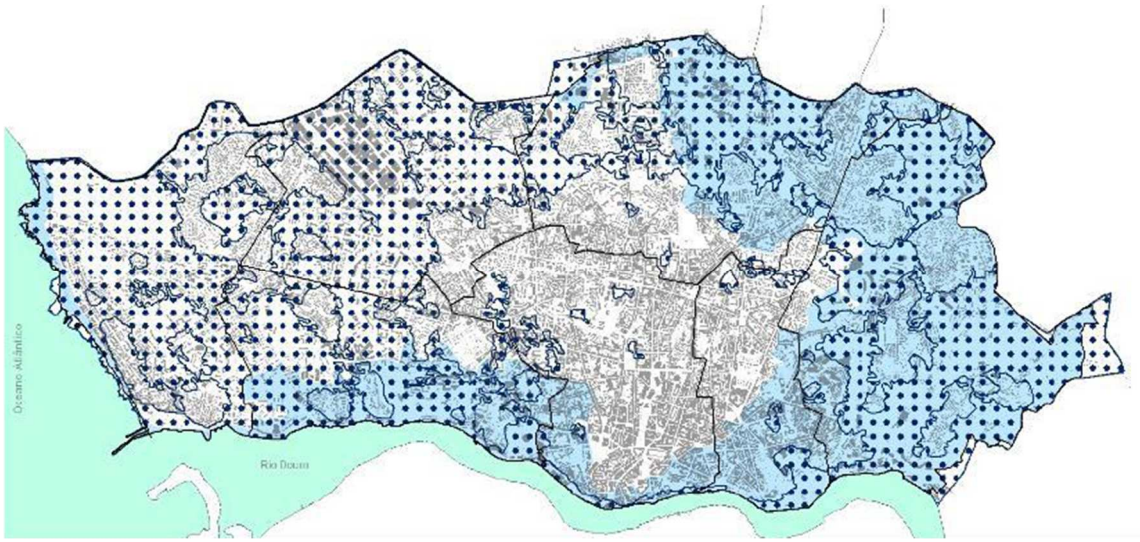


Fig. 10 - *Hotspots* termo-anemométricos na época mais fria do ano
Trama sólida: probabilidade elevada de ocurrência de frio extremo / trama ponteada: áreas muito ventiladas
Fonte: CMP (2018a)

O estudo sobre o sub-tema da estrutura ecológica e biodiversidade – elaborado pelo CIBIO – (CMP, 2018b) apresenta, por seu lado, um extenso levantamento dos diferentes tipos de espaços naturais e espaços verdes urbanos e a sua distribuição no território.

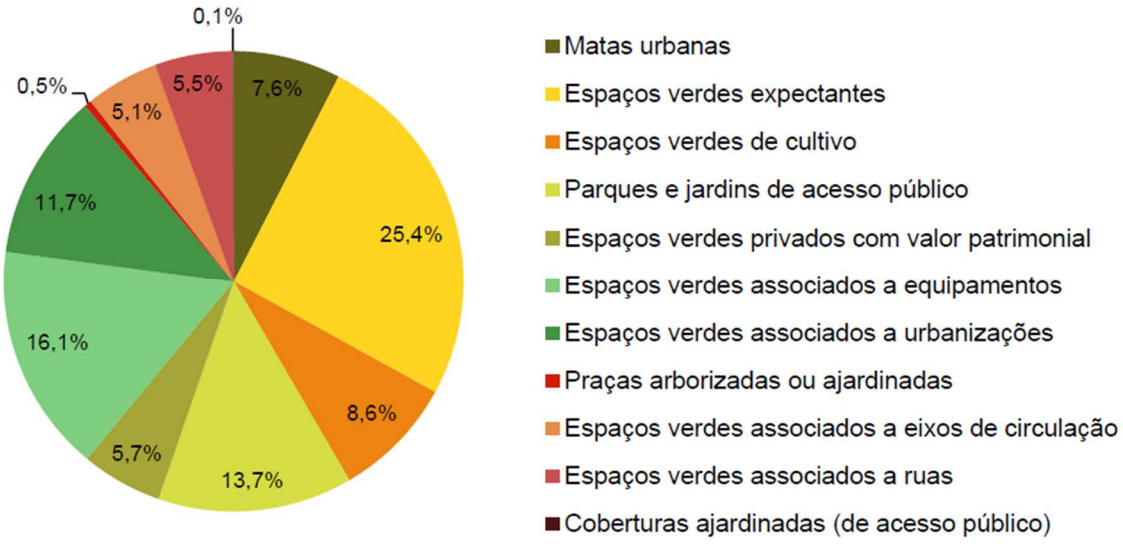


Fig. 11 - Proporção de cada tipo de espaço verde urbano
Fonte: CMP (2018b)

O PDM resultante[10] (CMP, s.d.-a) traduz, assim, vários avanços no que respeita à relevância que atribui ao conforto urbano referindo mesmo termos como *ilha de calor* – em referência à ICU –, *conforto bioclimático* e *conforto térmico*.

O desafio da mitigação da ICU e a maximização do *conforto bioclimático* parece ser abordado através de:

- um **aumento da presença de espaços verdes** associado à renaturalização de algumas linhas de água. De facto, chega mesmo a anunciar um aumento de 61 % em espaços verdes de acesso público (CMP, 2021, p. 74), o que não se traduz, necessariamente, num aumento da proporção de área verde permeável, independentemente do seu regime de acesso, ou de superfície foliar. No estudo de caracterização e diagnóstico da estrutura ecológica e biodiversidade (CMP, 2018b, p. 33) é estimado que o município dispõe de uma área verde de uso público com função recreativa de cerca de 1.87 km^2, o que representa cerca de 5 % do território. Assim, se assumirmos um aumento de 61 %, chegamos a cerca de 3.01 km^2 o que, por sua vez, representa cerca de 7 % do território.
- uma ***rede de conexão***[11] e ***corredores verdes***[12] que cruzam e unificam todo o município (CMP, 2021, p. 75).
- a elaboração de **planos e regulamentos complementares** de maior especificidade (CMP, 2021, p. 67), como o índice ambiental, o plano de arborização e o plano de drenagem sustentável[13] - não claramente anunciado neste PDM mas em linha com a sua estratégia, foi recentemente anunciada a elaboração de um plano de valorização e reabilitação das linhas de água do município do Porto (Pinto, 2022)[14].
- a melhoria dos **sistemas de alerta** (CMP, 2021, p. 86).
- o fomento de uma **mobilidade menos carbónica** (CMP, 2021, p. 86), de onde se destaca o anúncio de uma visão focada *"(…) no aumento da oferta de espaço dedicado ao peão e restantes modos suaves, (…), sem esquecer a política de gestão do estacionamento. Ou seja, (…) menos transporte individual e a requalificação do espaço dedicado ao peão."* (CMP, 2021, p. 111). Defende, por isso, que *"(…) o que é necessário é a oferta de espaço devidamente ajustado à circulação rodoviária, eliminando folgas, que deverão ser afetas aos modos suaves de*

circulação." (CMP, 2021, p. 111) e a promoção de *"(…) uma gradual redução de oferta de estacionamento de rua por toda a cidade (…), particularmente, nas zonas de maior concentração de emprego, (…)* [sendo] *junto das principais interfaces de transporte e paragens de metro que se propõe que esta política de substituição seja acelerada."* (CMP, 2021, p. 131)

- a promoção da **sensibilização, capacitação e envolvimento da sociedade civil** e do uso racional de recursos naturais (CMP, 2021, p. 86).

Em relação à referência do conceito de *conforto térmico,* é reconhecido o impacto que tem na saúde pública – principalmente nos mais idosos – e também na economia – quer pela necessidade de maiores encargos energéticos, quer até pela consequente maior emissão de CO_2. No entanto, parece restringir a abordagem ao edificado e à sua eficiência energética e não associar, por arrasto, ao *conforto bioclimático* e à *ilha de calor* dos espaços exteriores adjacentes (CMP, 2021, p. 86). No EMAAC (CMP, 2016), é mesmo analisado, territorialmente, que bairros são mais vulneráveis e que, com as alterações climáticas que se esperam, terão mais dificuldade em se adaptar.

3.1.4. O PROGRAMA *RUA DIREITA*

Trata-se de um programa de reabilitação de arruamentos e espaços públicos degradados, específicamente, relativos a antigos caminhos rurais estreitos que, no presente, integram a malha urbana consolidada. O programa inclui 88 arruamentos que, no seu conjunto, se aproxima dos 15 km de extensão. Foi estimado um orçamento para a componente de projeto de mais de 1.3 milhões de euros e um custo de execução de mais de 20 milhões de euros. A forma como os arruamento foram selecionados foi através de reclamações de munícipes, fiscalizações ou por indicação em instrumentos de planeamento – Operações de Reabilitação Urbana (CMP, s.d.-b).

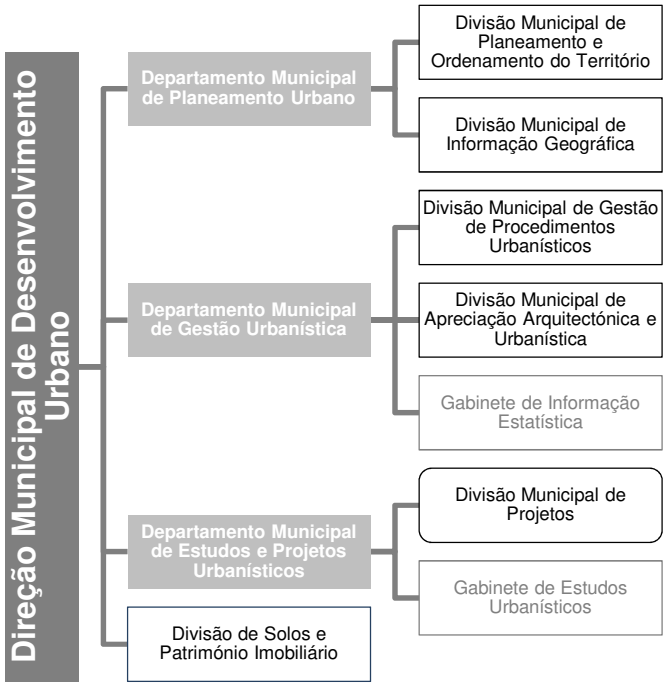


Fig. 12 - estrutura orgânica da DMDU
Fonte: adaptado de CMP (2022a)

O programa partiu da iniciativa política da vereação do urbanismo e espaço público que encarregou a Divisão Municipal de Projetos (DMP) (Fig. 12) da elaboração do programa preliminar. Este foi a base para o lançamento dos concursos públicos para a elaboração dos projetos de reabilitação.

O projeto de execução é depois desenvolvido, em estreita coordenação com a DMP e a empresa municipal Gestão e Obras do Porto (GOPorto) (GO-Porto, 2022), pela equipa técnica vencedora do concurso para que sirva de base para o concurso público de construção. Após a selecção do construtor, a obra vai para o terreno sobre a supervisão da equipa técnica vencedora e da GOPorto.

O programa preliminar, datado de 2018, é homogéneo para todos os arruamentos, com a excepção de alguns princípios específicos para cada local, e estabelece, como objectivos gerais, o seguinte:

- a melhoria do serviço e condições de utilização do espaço público;
- potenciar a flexibilidade do uso do espaço;
- considerar os diversos modos de mobilidade, privilegiando a circulação pedonal face à motorizada.

3.2. PROJECTO *RUA DIREITA* N.º 3.1

3.2.1. SITUAÇÃO EXISTENTE

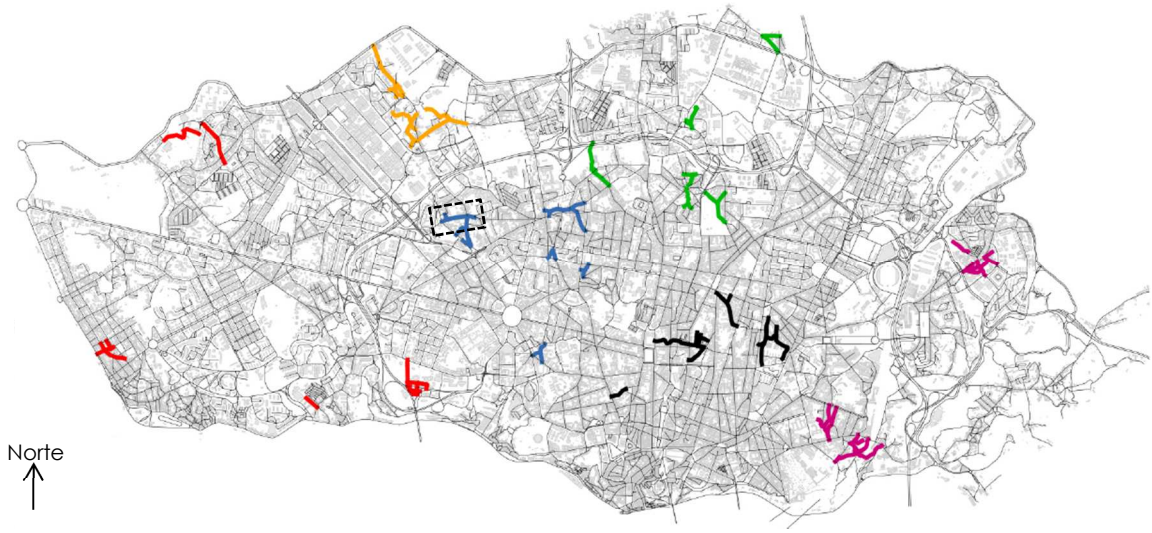


Fig. 13 - planta do Porto com a indicação dos arruamentos abrangidos pelo programa Rua Direita e a indicação do caso de estudo
Fonte: adaptado de (CMP, s.d.-b)

A área de intervenção do projeto n.º 3.1 do programa *Rua Direita*, com uma superfície na ordem dos 6800 m^2, localiza-se na freguesia de Ramalde, na zona de Francos, e inclui as ruas de Francos, Direita de Francos, do Monte de Ramalde, do Padre António Coutinho, da Travagem e as travessas da Pisca e da Travagem. No entanto, no âmbito do presente estudo, só se irá considerar a parte da intervenção afecta à rua de Francos e à rua Direita de Francos, resultando numa superfície total de 2350.16 m^2 [15]

3.2.1.1. Caracterização espacial

A Fig. 15 procura classificar a paisagem urbana, em torno da área de intervenção (Fig. 14), segundo a classificação em ZCLs segundo Stewart e Oke (2012) onde, com uma resolução de unidades com 100 m de largo, é clara a prevalência da ZCL 6[16], seguida pelas ZCL 3[17] e ZCL 5[18]. A altimetria do solo na área classificada varia entre a cota 74 e 90. A área de intervenção, com uma extensão de cerca de 330 m, tem como ponto mais baixo o seu extremo poente à cota 78 e o seu ponto mais elevado no extremo oposto à cota 86.

Nesta extensão de arruamento não há, actualmente, qualquer elemento vegetal, o espaço-canal rodoviário é pavimentado com cubo de granito de 11 cm, ocupando a larga maioria do respectivo espaço público, e os passeios para peões são, por isso, muito estreitos e em betão.

O edificado que o ladeia é, em geral, de construção tradicional em pedra de um a dois pisos, mas também existem alguns prédios mais recentes com quatro ou mais pisos. Estes últimos estão, normalmente, associados a um alargamento da rua em resultado do recuo das suas fachadas em relação à via o que, pela sua descontinuidade, está na origem da heterogeneidade de perfis transversais (Fig. 17). Os usos são, predominantemente, residenciais, sendo, no entanto, de destacar a existência de um jardim infantil, sensivelmente, na porção central e uma maior presença de comércio e serviços na porção final a nascente.

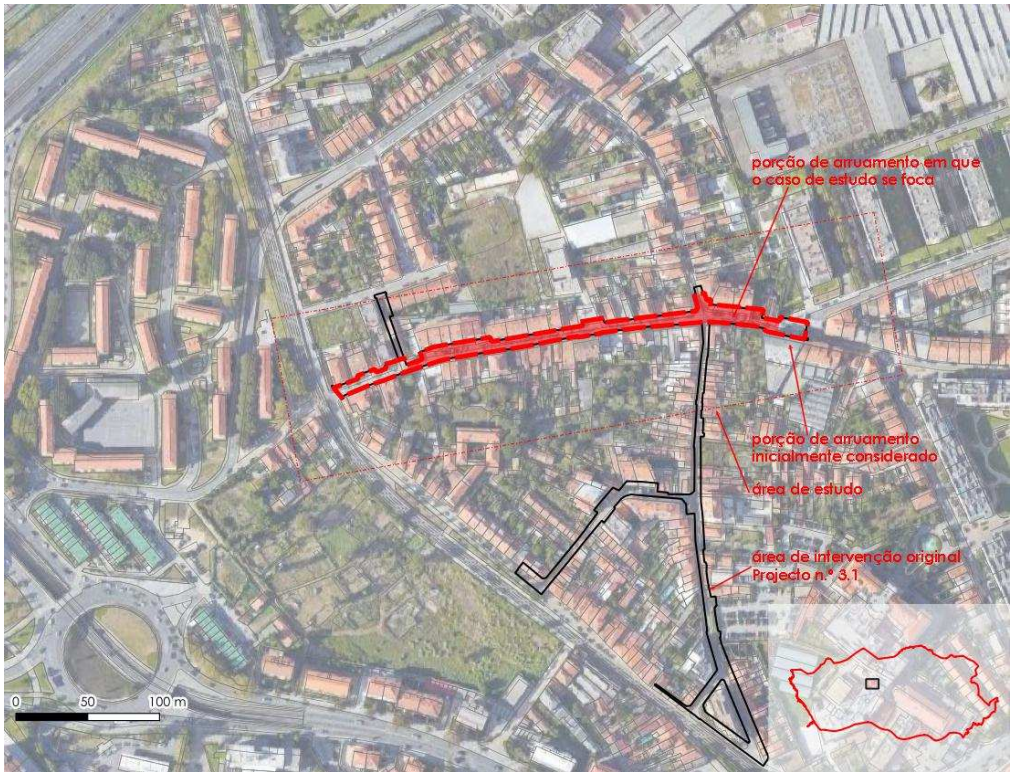


Fig. 14 – porção de arruamento a considerar na área de intervenção original do programa *Rua Direita*
Fonte: adaptado de Google, CMP e DGT (2021)



Fig. 15 - Tradução da área envolvente à da intervenção em ZCLs
Fonte: autor da dissertação sobre planta base do PDM (CMP, s.d.-a) e DGT (2021)

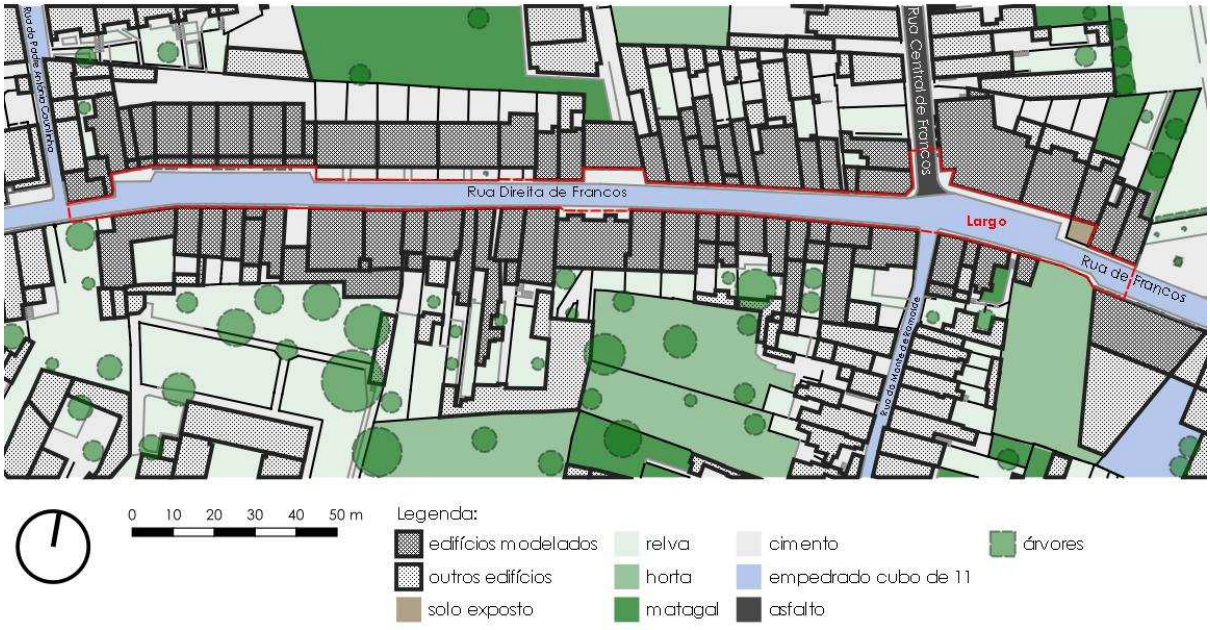


Fig. 16 - planta da situação actual com delimitação da porção em estudo
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



Fig. 17 - Alargamentos pontuais do espaço público associados a prédios mais recentes - Rua Direita de Francos
Fonte: autor da dissertação (tirada no dia 4 de Maio de 2022 pelas 15:44)

3.2.1.2. Enquadramento no PDM

No que toca ao seu enquadramento no PDM actual[19], esta rua insere-se na *Área Central* da cidade do Porto que, sendo a mais consolidada do seu território e a que inclui o *Centro Histórico*, se assume como *"(…) símbolo da identidade coletiva (…)"* (CMP, 2021, p. 43). O PDM anuncia pretender melhorar a vivência humana nesta área através da requalificação do espaço público, da disponibilização de mais áreas verdes que se relacionem entre si, o mais possível, por via de percursos arborizados e pela promoção de meios de mobilidade alternativos em deterimento do estacionamento automóvel.

Ao nível da estrutura ecológica municipal, destaca-se a proximidade de uma *Área Verde de Elevado Valor Ecológico* no interior do quarteirão a sul e, ainda mais a sul, a definição de um *Corredor Verde Complementar* sensivelmente relacionado com uma linha de água enterrada (Fig. 18).

Para a referida área verde, a implicação urbanística é:

- a redução de 10 % extra ao seu índice de impermeabilização previsto no plano, e
- a manutenção do seu coberto vegetal (Artigo 67.º do PDM).

Em relação ao *corredor verde*, a implicação urbanística é um pouco mais vaga:

- *evitar* a construção em cave,
- *privilegiar* as coberturas verdes, pavimentos permeáveis e aproveitamento de águas pluviais,
- a redução de 10 % extra ao seu índice de impermeabilização previsto no plano, e
- *promover* a continuidade física da mancha verde e de sistemas de drenagem sustentáveis, *sempre que possível* (Artigo 71.º do PDM).

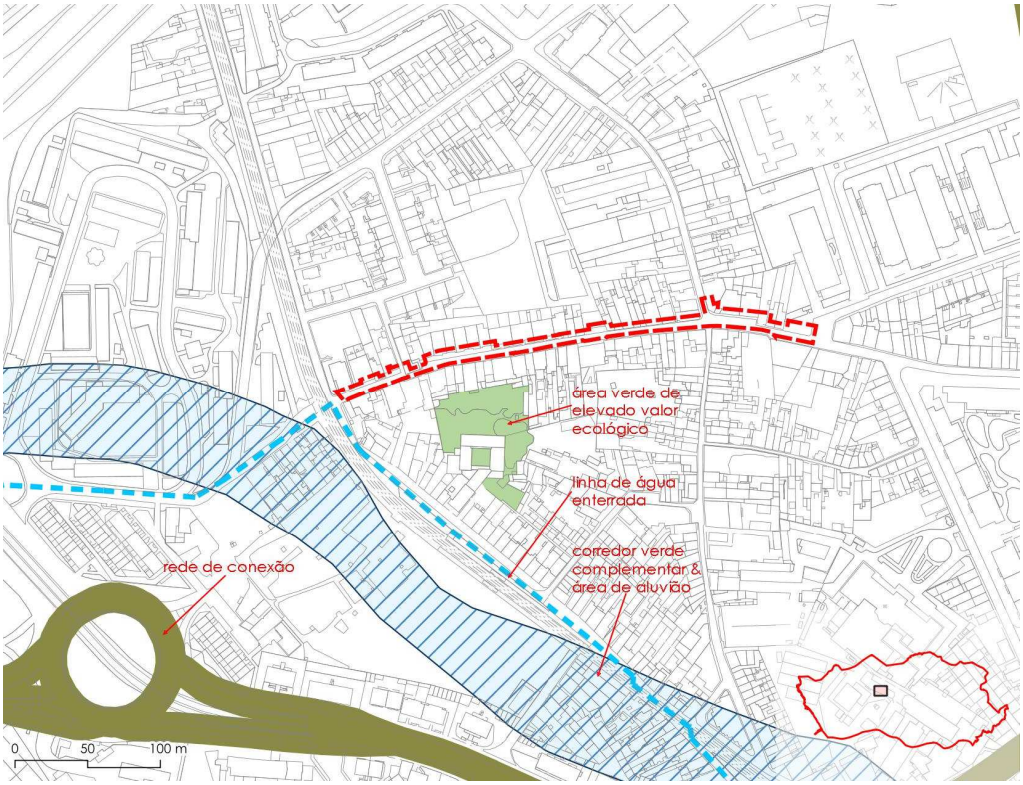


Fig. 18 - área de intervenção sobre carta de estrutura ecológica municipal
Fonte: adaptado do PDM (CMP, s.d.-a) e DGT (2021)

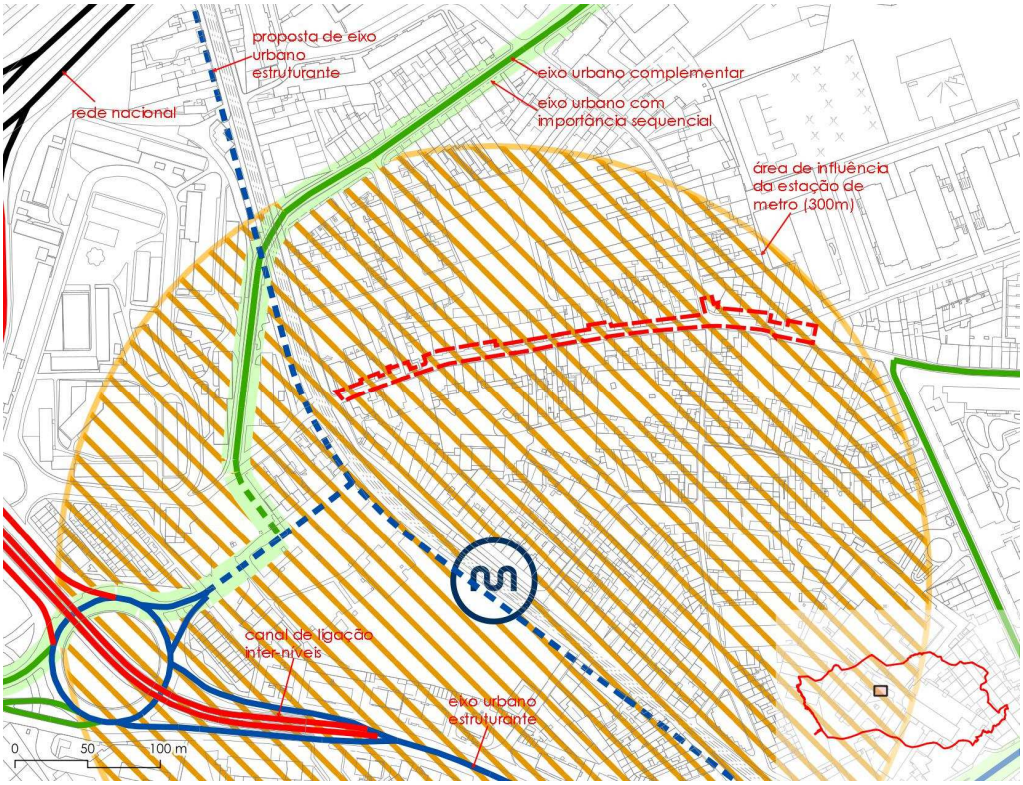


Fig. 19 - área de intervenção sobre carta de estrutura viária e estacionamento
Fonte: adaptado do PDM **(CMP, s.d.-a)** e DGT **(2021)**

Ao nível da mobilidade, este arruamento não é considerado em nenhuma das categorias quer na Carta de Infraestruturas de Transportes Coletivos, quer na Carta de Infraestruturas de Modos Suaves. Já na Carta de Estrutura Viária e Estacionamento (Fig. 19) interpreta-se que deve ser classificada como parte da *Rede de Provimento Local*. As implicações urbanísticas desta categoria são também algo vagas:

- *favorecer* o peão e modos de circulação suave em sintonia com o estacionamento e as cargas e descargas *admitidas*,
- *privilegiar* a eliminação do tráfego de atravessamento que não diz respeito ao quarteirão e/ou ao setor,
- *privilegiar* a criação de *Zona 30* (Artigo 111.º do PDM).

Por fim, toda a extensão do arruamento em estudo é abrangida pela *Área de Influência da Estação de Metro* que, aparentemente, apenas tem implicações na provisão de estacionamento interno em obras de edificação para usos de comércio e serviços (Artigo 119.º do PDM). No entanto, seguindo a lógica patente no relatório do PDM, que propõe a substituição acelerada da redução de estacionamento de rua junto das principais interfaces de transporte e paragens de metro (CMP, 2021, p. 131), seria expectável a sinalização dessa intenção no Regulamento do PDM (CMP, s.d.-a). Será, talvez, por as obras de arruamentos serem, maioritariamente, executadas pela CMP que seja excusada a sinalização dessa intenção no Regulamento do PDM?

3.2.2. PROJECTO

3.2.2.1. Programa preliminar

O programa preliminar define como princípios gerais orientadores e especificações técnicas, alguns aspectos dos quais, no âmbito do presente estudo, se salientam:

- **Acessibilidade** – garantir o uso autónomo e a mobilidade por parte de indivíduos com mobilidade reduzida, de acordo com o Decreto-Lei n.º 163/2006; garantir acesso de veículos de emergência, recolha de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), cargas/descargas, etc.
- **Infraestruturas** – substituir e enterrar *todas*[20] as infraestruturas técnicas.
- **RSU** – incluir equipamento urbano necessário à recolha de RSU, escolha de modelos em coordenação com entidades responsáveis.
- **Materiais de referência**[21] – cubos de granito para faixas de rodagem; betão para os passeios; guias de granito para remates.
- **Elementos naturais** – *"(…) inclusão, sempre que possível, de elementos naturais, nomeadamente arbóreos, atendendo aos perfis transversais reduzidos e à escassez de espaço(…)"*[22]; conformidade com o Código Regulamentar do Município do Porto (CRMP), nomeadamente com o Artigo C-2/23º; deve ser coordenado com o Departamento de Espaços Verdes e Higiene Pública[23] (DMEVHP).
- **Estacionamento** – adotar estratégias que evitem o estacionamento indevido; "(…) *sempre que a largura da via o permita, deve ser prevista a existência de estacionamento em baia longitudinal às vias, considerando e respeitando as zonas existentes de maior pressão de estacionamento para cargas e descargas (…)"* [24]
- **Iluminação pública** – prever luminárias eficientes (> 100 lm/W), sem poluição luminosa (*upward light output ratio* de 0 %) e dispostas de forma também eficiente (devem ser apresentados cálculos luminotécnicos).
- Drenagem pluvial:

- **Abordagem cinzenta** – substituir e/ou implementar novo sistema de drenagem com novos coletores e ligações; *"(…) em arruamentos de largura reduzida, sugere-se a adoção de um perfil transversal que contenha cota inferior no eixo da via e instalação de orgão de recolha de águas pluviais neste ponto."* [25]
- **Abordagem verde** – *"(…) adoção e/ou manutenção de materiais permeáveis nos pavimentos(…)"*; *"(…) a recolha das águas pluviais que escorrem dos arruamentos e pavimentos impermeáveis, quando possível deverá ser efetuada para canteiros permitindo a sua infiltração vertical (processo natural físico, biológico e químico de purificação da água: bio-filtração) (…)"* [26]

Logo à partida, parece haver alguma ambiguidade e/ou conflito entre alguns dos aspectos orientadores que se prendem com duas temáticas: ciclo da água; estacionamento vs elementos naturais.

No que diz respeito ao ciclo da água, apesar de se fazer referência à *bio-filtração* e se promover o recurso extensivo de pavimentos permeáveis, parece ser dada maior relevância a abordagens cinzentas – veja-se, por exemplo, a clareza da estratégia sugerida para arruamentos estreitos que parece excluir a possibilidade de retenção e infiltração *in loco* das águas[27] – e à preferência de materiais impermeáveis nos passeios – quando define o betão como o material de referência para estes.

No que toca ao estacionamento vs elementos naturais, estes parecem competir pelo mesmo espaço – ambos devem ser previstos *sempre que possível*. No entanto, a prioridade parece ser dada ao estacionamento, já que as razões para a sua previsão são mais claras quando comparadas com as dos elementos naturais. Repare-se que é reforçada a consideração e o respeito pelas *zonas existentes de maior pressão de estacionamento para cargas e descargas* enquanto que, para os elementos naturais, é apenas reforçado o cumprimento com o CRMP e a consulta do DMEVHP. Assim, parece sugerir que os elementos naturais devem ser encarados como simples elementos estéticos ou decorativos que devem ser previstos *sempre que possível*.

No entanto, será importante referir que o facto deste programa ter sido concluido 3 anos antes da entrada em vigor do atual PDM, que parece prometer uma estratégia mais holística, poderá explicar a aparente ambiguidade da abordagem em relação à arborização e permeabilização.

3.2.2.2. Projecto de execução

O projeto vencedor é da autoria da equipa projectista formada pela SMCF, Arquitectos, e pela DAJ, Engenheiros Associados. Segundo a memória descritiva do projecto de arquitectura (Moreira, 2021), a solução proposta, no geral, procurou o equilíbrio entre o respeito pela diversidade de contextos existentes e a implementação de continuidades e uniformização dos perfis e materiais.

No que toca à **componente arquitectónica**, é proposta a total reformulação da geometria viária e a substituição de todos os pavimentos que passarão a ser de nivel[28] – com transição em rampa para os arruamentos não intervencionados. As faixas de rodagem são em pavimento de cubo de granito – salvo alguns momentos de articulação em que são em betão *in situ* – e o restante espaço é em betão *in situ*. A nível de materiais, é de destacar o significativo aumento da área pavimentada em betão, em deterimento do cubo de granito, em relação ao existente. No entanto, os autores (Moreira, 2021) subdividem a solução em duas componentes espaciais – só considerando o âmbito do presente estudo –: a do *Largo* e a da Rua Direita de Francos. O *Largo* (Fig. 16 e Fig. 21) é o cruzamento entre as ruas de Francos, do Monte de Ramalde e Direita de Francos que é identificado como a âncora ou o ponto mais crítico de todo o sistema. Este, sendo a intersecção dos dois principais eixos que organizam a circulação pedonal e rodoviária da área, é distinguido como apresentando o maior potencial gerador de dinâmicas sociais

mas também onde a pressão de veículos automóveis é maior[29]. De facto, a solução proposta teve que incluir duas faixas de rodagem – para dois sentidos – e estacionamento, pelo que os autores lamentem não ter sido possível reservar mais espaço para o peão a fim de concretizar o potencial social do *Largo*. Assim, a solução procurou reduzir ao máximo o espaço para o automóvel, sendo este pavimentado com cubo de granito e o restante com betão *in situ*.

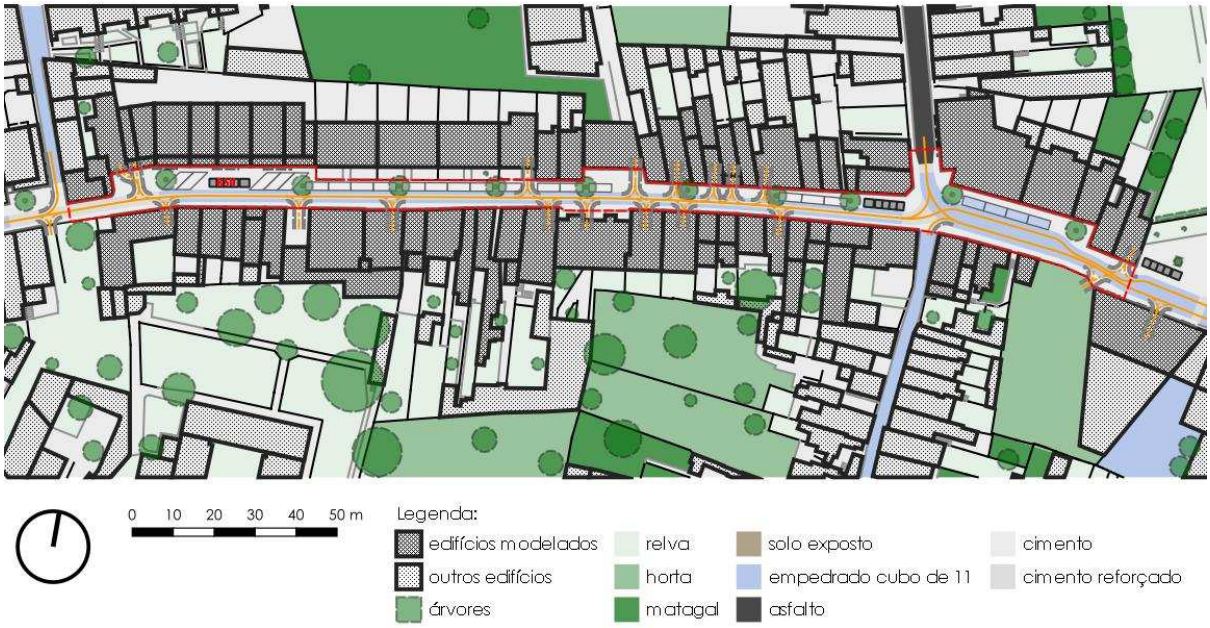


Fig. 20 - planta do cenário do projecto de execução com delimitação da porção em estudo e indicação das acessibilidades rodoviárias. Informação adicional nos anexos A17 e A18
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



Fig. 21 - *Largo* no cruzamento entre as ruas de Francos, do Monte de Ramalde e Direita de Francos
Fonte: autor da dissertação (tirada no dia 4 de Maio de 2022 pelas 15:50)

A componente da Rua Direita de Francos, correspondendo a toda a porção a intervir nesta rua – ou seja, desde o *Largo*, a nascente, até à Rua da Travagem, a poente –, é pelos autores caracterizada como muito pressionada por estacionamento de residentes (Fig. 22) e com uma largura de perfil bastante variada (Fig. 17). Os autores propõem uma *"(…) continuidade ritmada (…)"* (Moreira, 2021, p. 11) em referência à ausência de desníveis, à linearidade da faixa de rodagem – reforçada pelas guias em granito – e ao espaçamento *ritmado* – variando entre 18 e 34 m – entre as árvores propostas. Devido à exiguidade da largura de perfil e sendo obrigatória a acessibilidade rodoviária e a provisão de um percurso acessível – de acordo com Decreto-Lei n.º 163/2006 –, a solução apenas consegue garantir, em toda a sua extensão e em ambos os lados, uma faixa lateral de protecção de vãos e fachadas. De facto, devido à falta de espaço, propõem que o percurso acessível seja feito, numa grande porção, no eixo da faixa de rodagem com pavimento diferenciado – betão *in situ* na vez de cubos de granito[30] – e as baías de estacionamento logitudinal sejam sempre de largura reduzida – 2m na vez de 2.3 m.



Fig. 22 - pressão do estacionamento de residentes na Rua Direita de Francos
Fonte: autor da dissertação (tirada no dia 4 de Maio de 2022 pelas 15:47)

No que toca à **componente dos elementos vegetais**, os autores (Sousa, 2021) avançam uma única espécie de árvore como proposta de partida[31]: *Prunus cerasifera* J. F. Ehrh. cv. "Pissardii" – Ameixeira-de-flor[32]. Referem ainda que a escolha teve em conta a capacidade de resistência e de manutenção de boa saúde e aspecto, durante todo o ano, sem rega nas condições típicas do local. Daí que não seja previsto qualquer sistema de rega.

De acordo com o Professor José Marques Moreira (2008), trata-se de um arbusto arbóreo de folha caduca que, quando adulto, tem um diâmetro entre os 6 e 8 m e uma altura entre os 6 e 8 m. Apresenta uma *"Copa arredondada, ritidoma* [casca] *quase negro. Fol.* [folhas] *simples, alternadas, ovadas a*

obovadas, até 6cm ↔ [de comprimento]*, estreitas, verm-purp-esc* [vermelho-purpúreo escuro]*; fl.* [flores] *5-mera* [pentâmeras]*, solitárias, Ø 2.5 cm, antes da folheação; fr.* [fruto] *verm-púrp* [vermelho-purpúreo]*, doce (…)"* (Moreira, 2008, p. 176).

No que toca à **componente das infraestruturas**, o presente estudo limita-se às que representam as maiores condicionantes à intervenção. São elas: rede de drenagem de águas pluviais e residuais, as redes de distribuição de electricidade em média e baixa tensão, a rede de iluminação pública e os equipamentos para os RSU. No geral e conforme programa preliminar, quase todas são substituídas por novas, quer seja para se adaptar à nova geometria viária, quer seja para resolver problemas técnicos existentes. Exceptuam-se:

- a rede de distribuição de electricidade em média tensão[33] que irá ser cuidadosamente mantida,
- grande parte da rede de distribuição de electricidade em baixa tensão que, ora irá ser mantida, ora reposicionada,
- boa parte da rede de drenagem de águas residuais em que, principalmente do *Largo* para nascente, apenas se sobe a cota das tampas das câmaras de visita. Será importante referir, no entanto, que a maioria da extensão é substituída,
- pequenos troços e umas poucas câmaras de visita da rede de drenagem de águas pluviais.

É relevante referir que os equipamentos de RSU propostos são enterrados do tipo *TNL Citytainer* de 5 contentores de grua e/ou volteio e que as luminárias para a iluminação públicas são, no geral, instaladas a 8 m de altura e, para esse efeito, fixas a postes.

3.2.3. CENÁRIOS ALTERNATIVOS

3.2.3.1. Alternativa 1 - substituição da espécie arbórea

Procura-se testar a diferença de eficácia no efeito de arrefecimento entre árvores com o mesmo diâmetro de copa mas com formas e alturas diferentes – o que corresponde também a diferentes espécies.

A espécie seleccionada no projecto de execução – *Prunus cerasifera* cv. 'Pissardii' – apresenta uma copa arredondada – ou esférica – e uma altura entre os 6 e 8 m (Moreira, 2008). Na alternativa 1 as árvores propostas são substituídas por outra espécie – *Fagus sylvatica* cv. 'Dawyck Purple' – que apresenta uma copa *fastigiada*[34] – ou cilíndrica – e uma altura de 20 m (Moreira, 2008).

De acordo com o Professor José Marques Moreira (2008), trata-se de um árvore de folha caduca que, quando adulta, tem um diâmetro de 5 m e uma altura de 25 m. Apresenta uma *"Copa fastigiada. Fol.* [folhas] *púrp-esc* [purpúra escuro] *(…)"* (Moreira, 2008, p. 94).

Portanto, neste cenário a planimetria coincide com a do projecto de execução (Fig. 20) e apenas é alterada a espécie da árvore de:

- *Prunus cerasifera* cv. 'Pissardii' – 6 a 8 m de diâmetro – 6 a 8 m de altura

Para a seguinte:

- *Fagus sylvatica* cv. 'Dawyck Purple' – 5 m de diâmetro – 20 m de altura

3.2.3.2. Alternativa 2 – aumento do número de árvores

Procura-se testar a diferença de eficácia, desta vez, com um aumento em 50 % do número de árvores e ainda fazer um ensaio com a introdução de uma ramada. A ramada, com cerca de 50 m^2 e a 3 m do solo, cobrirá os 4 lugares de estacionamento no *Largo*. O aumento de 50 % de árvores[35], por outro lado, reflecte-se na porção da Rua Direita de Francos.

Para isso, foi necessário ajustar a localização das caldeiras das árvores, baías de estacionamento, postes de iluminação e equipamentos de RSU garantindo os acessos a garagens e a desobstrução aérea, junto aos equipamentos de RSU, necessária para a recolha dos RSU.

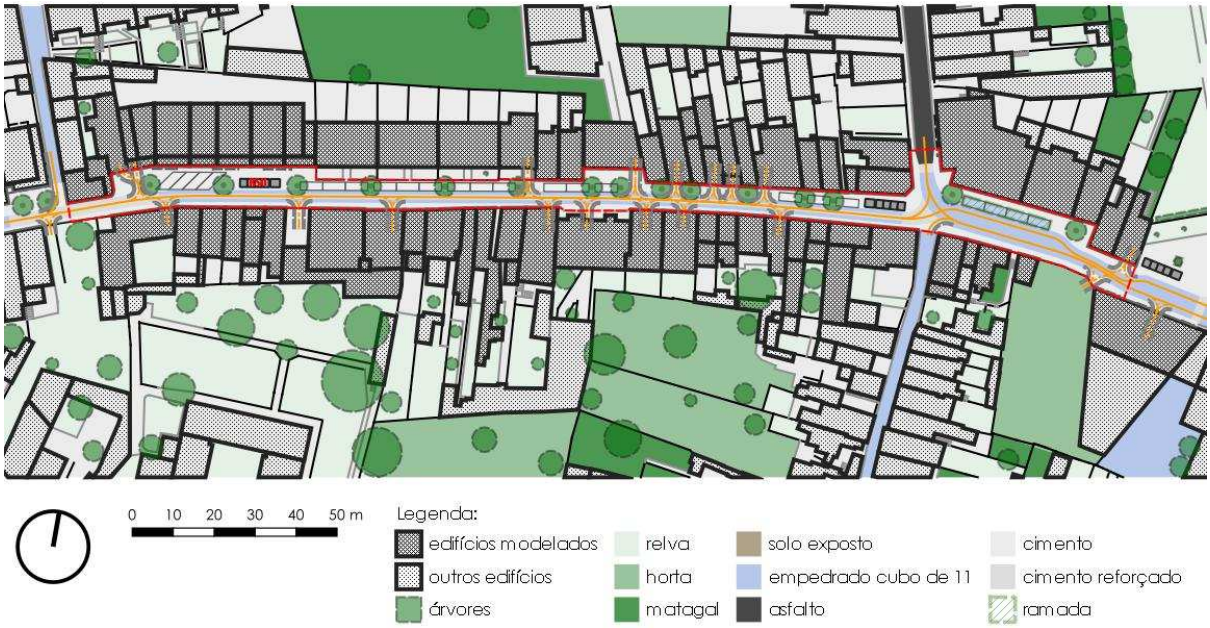


Fig. 23 - planta do cenário alternativo 2 com delimitação da porção em estudo e indicação das acessibilidades rodoviárias. Informação adicional nos anexos A17 e A19

Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP

Em relação à infraestrutura enterrada, tratando-se de uma requalificação quase total deste arruamento, propõe-se a implementaçao de um sistema subterrâneo de *células estruturais*[36] do tipo *ArborSystem*[37] e/ou *ArborFlow*[38] que, se devidamente dimensionado e com a devida coordenação entre especialidades, permite:

- melhorar, significativamente, o crescimento e saúde das árvores de rua (GreenBlue, s.d.);
- absorver[39] grande parte das águas pluviais enquanto que contribui para o recarregamento dos aquíferos, a fixação de poluentes através da biofiltração e a redução dos picos de caudais na infraestrutura técnica de drenagem pluvial da cidade;
- o atravessamento de tubagens técnicas que, desde que a porção dessa tubagem, que está dentro das células estruturais, seja inteiriça e sem poros ou fissuras, terá menos probabilidade de ser danificada pelo crescimento das raízes (Mullaney et al., 2015; Ow & Ghosh, 2017a, 2017b; Randrup et al., 2001; Watson et al., 2014).

Quadro 1 - resumo das diferenças entre cenários

	existente	**projecto de execução**	**alternativa 1**	**alternativa 2**	
		estacionamento			
n.º de lugares de estacionamento	≈45	24	24	23	
		vegetação			
n.º de árvores	0	10	10	15	
espécies botânicas	-	*Prunus cerasifera* cv. "Pissardii"	*Fagus sylvatica* cv. "Dawyck Purple"	*Fagus sylvatica* cv. "Dawyck Purple"	*Hedera helix*
DAF da planta	-	0.27	0.38	0.38	0.3
IAF da planta	-	0.77	5.69	5.69	0.045
		factores de área (área total de intervenção: 2350.16 m^2)			
IAF	0.000	0.064	0.475	0.713	0.001
ACA	0.000	0.083	0.083	0.125	0.021
calçada	0.705	0.287	0.287	0.287	
cimento / asfalto	0.281	0.706	0.706	0.702	
solo vegetal	0.014	0.008	0.008	0.011	

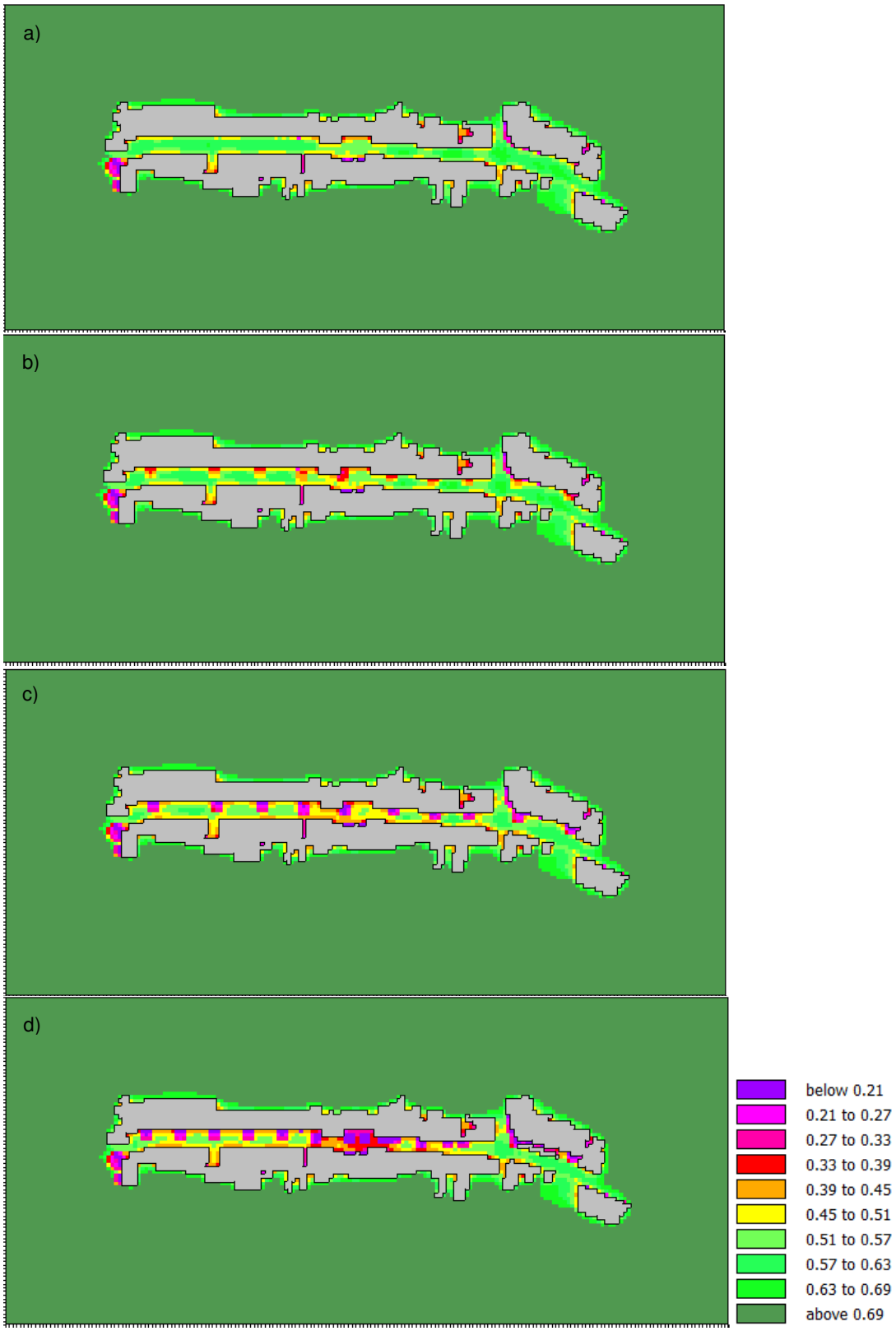


Fig. 24 - FVC nos 4 cenários

a) situação existente / b) projecto de execução / c) alternativa 1 / d) alternativa 2

3.3. MODELAÇÃO

3.3.1. PREPARAÇÃO DA INFORMAÇÃO

3.3.1.1. Actualização da planta base

A planta base, disponibilizada pela FEUP em formato dwg, inclui algumas cotas altimétricas tanto do solo como de edifícado. No entanto, foi necessário actualizar o edificado envolvente com base na situação presente. Alguns edifícios tinham sido modificados ou até adicionados. Nesse sentido, foi consultada a documentação interna da CMP relativa aos respectivos processos de licenciamento. Em boa parte dos casos, foi possível recolher informação planimétrica e altimétrica com que actualizar a planta base no *AutoCAD*. Noutros casos, foi necessário extrapolar com base no existente.

Tratando-se de uma modelação tridimensional e onde o fluxo de ar e acesso solar desempenham um papel primordial, foi necessário adicionar mais informação sobre a forma das coberturas do edificado. A documentação consultada na CMP e as cotas altimétricas incluídas na planta base serviram de ponto de partida para, com recurso ao *Google Earth*, desenhar, no *AutoCAD,* as linhas de cumeeira e recuados e informar cotas altimétricas. Como o projecto de execução incluía um levantamento topográfico do arruamento na situação actual em formato dwg, este serviu de base para a actualização da localização das guias de passeio.

A fim de poder informar o ENVI-met sobre as diferentes superfícies do solo, foi necessário, em *AutoCAD* e com recurso ao *Google Earth*, delimitar as áreas por tipo de perfil de solo e vegetação. O resultado deste levantamento pode ser consultado nos anexos A3, A5 e A6.

Como as árvores desempenham um papel central no âmbito deste estudo e dado que a planta base apenas oferecia informação, claramente, deficitária quanto à sua presença, localização e dimensão, foi necessário um extenso levantamento das árvores com recurso ao *Google Earth* junto com, sempre que possível, confirmações no local.

Procurou-se, ao ínicio, sempre que possível, identificar a espécie, exercício que rapidamente se revelou inglório e impreciso. Procurou-se, então, classificar as espécies em três categorias: folha caduca, folha *conífera*[40]- de acordo com distinções no configurador de árvores *Albero* do ENVI-met – e palmeiras.

Assim, partiu-se do pressuposto que todas as árvores seriam, à partida, de folha caduca e só não seriam assim consideradas se fosse claro que ora eram coníferas ora palmeiras. Através do *Google Earth*, foi possível medir as alturas e diâmetros das árvores e, por aproximação, actualizar a planta base em *AutoCAD*. O resultado deste levantamento pode ser consultado nos anexos A3 e A4.

3.3.1.2. Levantamento de campo – edificado

Foi necessário fazer um extenso levantamento de campo para esclarecer a materialidade do edificado e distinguir valores de albedo com recurso a um *smartphone*[41] e ao programa de medição de albedos *Albedo v.1.1*[42]. Este programa recorre à câmara do *smartphone* e necessita de um cartão cinzento de fotógrafo para calibrar. O cartão cinzento utilizado neste levantamento é o *Gray Cards Neutral 18%* da *mennon.* Por exemplo, no caso ilustrado na Fig. 25 o albedo considerado foi 0.14.

O resultado do levantamento de campo pode ser consultado nos anexos A1 e A2.

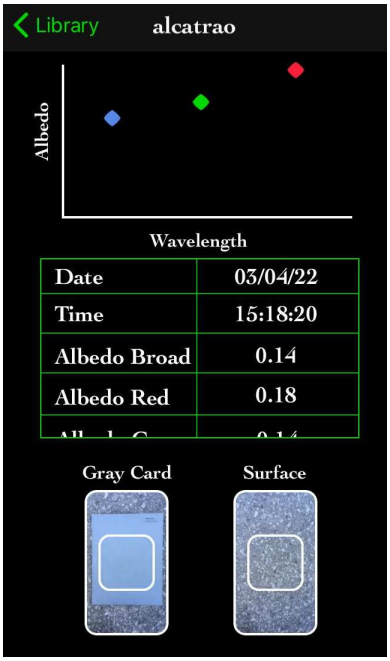


Fig. 25 - captura de ecrã de *smartphone* no programa *Albedo*
Fonte: autor da dissertação com recurso ao programa *Albedo v.1.1* em *iphone SE.*

3.3.2. CONFIGURAÇÃO DO ENVI-MET

3.3.2.1. Configuração de materiais, solos, vegetação e dados climáticos – *DB Manager, Albero* e *Forcing Manager*

Após o levantamento de campo e com uma ideia da variedade de materiais que seria necessário simular (anexos A1 e A2), partimos para a caracterização térmica e radiante destes. Alguns já estavam incluidos na base de dados de sistema – já vem com o programa – do ENVI-met. Outros, uma grande parte, tiveram que ser ajustados e cujos valores foram recolhidos em publicações ou manuais técnicos que foi possível encontrar *online*. No anexo A7 são apresentados os pressupostos e a proveniência dos valores adoptados. No anexo A8 listam-se os materiais com a respectiva referência ID – essencial no sistema ENVI-met – e o valor da absorvibilidade, transmissibilidade e albedo.

O ENVI-met define paredes e coberturas como uma composição de materiais (ENVI-met, 2019a). Ou seja, permite definir 3 materiais diferentes na composição de paredes – camada exterior, camada intermédia e camada interior. Isto permite definir paredes mais complexas e mais próximas da realidade. Para traduzir o que foi levantado neste sistema partiu-se dos seguintes pressupostos gerais:

- Paredes de pedra ou tijolo com 30 cm de espessura;
- Paredes de betão ou blocos de betão com 20 cm de espessura;
- Isolamento térmico exterior de paredes com 6 cm de espessura (excepto quando verificável o contrário);
- Reboco de cimento com 2 cm de espessura;
- Azulejos com 6mm de espessura;
- Dois tipos de telhado com telha:
    - Antigo – 5 cm de telha + 5 cm de lã rocha + 2 cm de madeira
    - Recente – 5 cm de telha + 6 cm de poliestireno + 20 cm de betão

- Três tipos de telhado em fibrocimento:
  - Armazém – 3 mm de fibrocimento
  - Antigo – 3 mm de fibrocimento + 5 cm de lã rocha + 2 cm de madeira
  - Recente – 3 mm de fibrocimento + 6 cm de poliestireno + 20 cm de betão
- Empena revestida a fibrocimento ou chapa de aço e que aparente ter folga com a parede, assume-se caixa de ar de 2 cm.

No anexo A9 são listadas as paredes e coberturas que foram adoptadas.

As paredes simples são a forma que o ENVI-met tem de representar um muro ou um coberto sem paredes. Estas só podem ser constituídas por um material e, apesar de já termos os materiais definidos, temos que configurar uma parede simples adicional por cada material que se queira utilizar – ou seja, é necessário que a parede simples com cada material tenha um ID específico. No anexo A10 estão listadas as paredes simples que foram configuradas.

O ENVI-met define os solos como perfis de solo. Tal como acontece com as paredes e coberturas, os perfis de solo são compostos por vários tipos de solo (ENVI-met, 2019b). Com base no levantamento de campo (anexos A3 e A5), configuraram-se, primeiro, os solos (anexo A11) e, depois, os perfis de solo (anexos A12).

O ENVI-met distingue três tipos de vegetação: plantas simples, plantas de fachada ou cobertura, plantas 3D. Os primeiros dois tipos são configurados na mesma ferramenta que os materiais e solos – *DB Manager*. Em relação à vegetação simples, apenas foi necessário configurar uma adicional para representar um *matagal* que é uma cópia da *Soja 63cm* – 0100SO – da base de dados do sistema, mas com 1.2 m de altura – VEGMAT. Em relação à vegetação de fachada ou cobertura, também foi apenas necessário configurar uma para a ramada do cenário alternativo 2. Essencialmente é uma tradução da vegetação simples *Ivy (Hedera helix)* – 0100IV – da base de dados do sistema para a vegetação de fachada ou cobertura – RAMADA.

As plantas 3D são configuradas no *Albero*. À parte do valor de *LAD* – DAF, em português –, do tipo de folha, da altura e do diâmetro da copa, foram mantidas as configurações *default* (Fig. 26). Como já

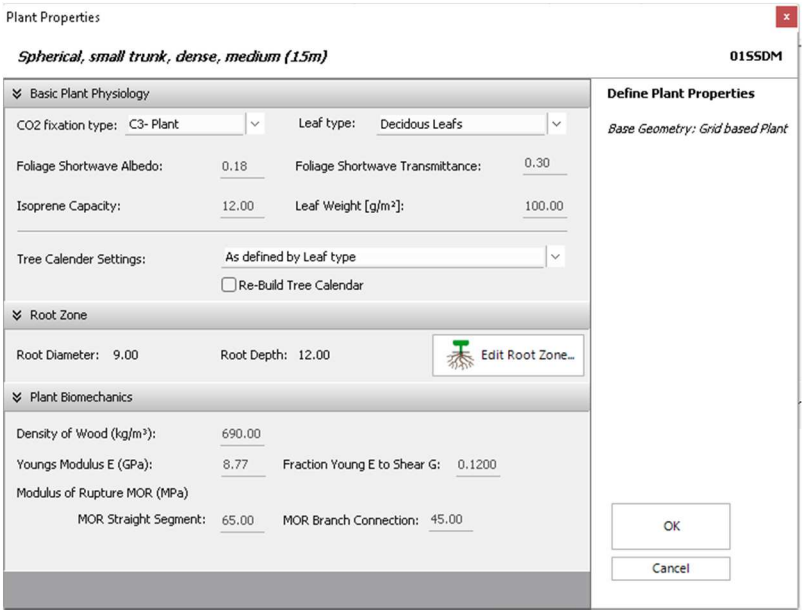


Fig. 26 - janela de configuração de valores da árvore '01SSDM' no Albero
Fonte: autor da dissertação sobre *Albero 5*

referido, a nova versão do ENVI-met introduz uma nova forma de modelar árvores baseada no sistema de Lindenmayer. No entanto, dada a grande diversidade de árvores a modelar e a maior dificuldade em usar o novo sistema, optámos usar o sistema anterior através da ferramenta *add rotation plant*. O ENVI-met, com esta ferramenta, só consegue gerar árvores com um diâmetro de valor impar – 1, 3, 5, 7 m –, já na altura, consegue ter uma resolução de 1 m. Tendo estas limitações em conta e com base no levantamento de campo, modelaram-se as árvores com os seguintes pressupostos:

- Árvores de folha caduca têm um DAF de 1.1 – igual às caducas densas pré-definidas no sistema – por exemplo: 010LDL
- Árvores de folha *conífera* têm um DAF de 2.3 – igual às coníferas densas pré-definidas no sistema – por exemplo: 01ALDL
- As palmeiras têm um DAF de 0.6 – igual às palmeiras pré-definidas no sistema – por exemplo: 01PLDM
- A copa de árvores com mais de 5 m de altura estão afastadas do chão, pelo menos, 2 m.
- As palmeiras têm a copa mais restrita ao topo – em aproximação ao seu hábito comum.

Nas árvores a serem ensaiadas, procurou-se aproximar o DAF ao que o novo sistema de modelação – sistema de Lindemayer – apresenta. Assim, de todas as árvores pré-modeladas com este sistema, escolhemos duas que se aproximam das espécies que pretendemos e calculámos o valor médio de DAF.

Para a *P. cerasifera,* que é uma ameixoeira mas que é do mesmo genus que as cerejeiras-bravas – *wild cherry* em inglês –, usámos a *Wild Cherry "Plena" (young)* – 010140 – na qual calculámos uma DAF média de 0.27.

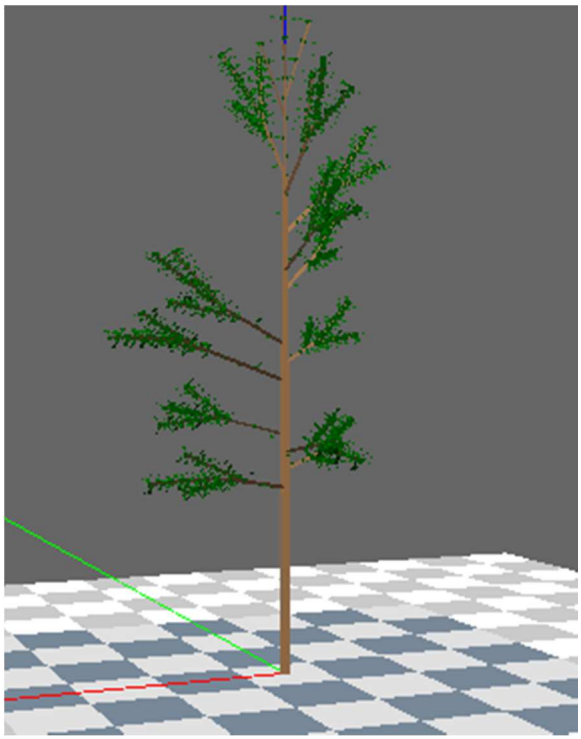


Fig. 27 - Wild Cherry "Plena" (young) no *Albero Aristid Editor*
Fonte: autor da dissertação sobre *Albero 5*

Para a *F. sylvatica,* que é uma faia – *beech* em inglês –, usámos a *Common Beech (young)* – 010440 – na qual calculámos uma DAF média de 0.38

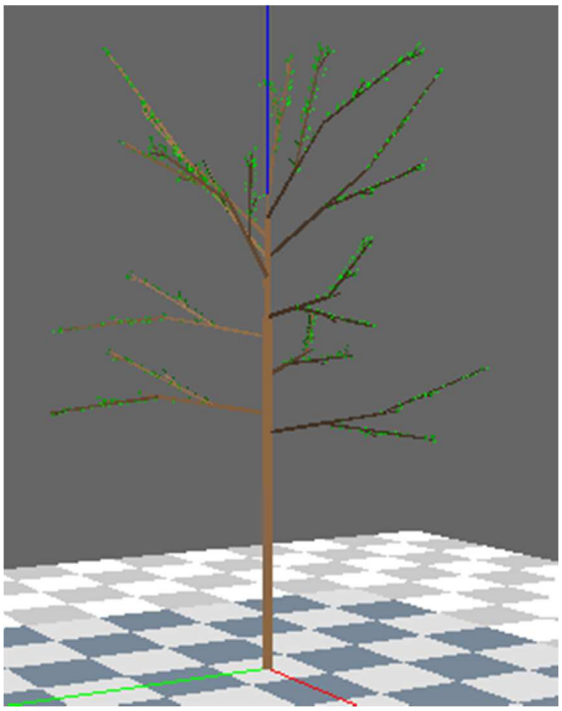


Fig. 28 - Common Beech (young) no *Albero Aristid Editor*
Fonte: autor da dissertação sobre Albero 5

No anexo A13, são apresentados mais dados sobre a modelação destas árvores e outras que foram *candidatas*.

Por fim, o ENVI-met permite inserir dados climáticos para se poder simular dias e situações específicas. Recorremos, para isso ao IPMA para obter dados da estação meteorológica do Porto-Pedra Rubras entre as 0 horas do dia 1 de Julho de 2006 e as 0 horas do dia 19 de Julho de 2006 e entre as 0 horas do dia 22 de Abril de 2022 e as 0 horas do dia 8 de Maio de 2022. Os dados relativos a 2006 destinam-se ao âmbito do caso de estudo. Já os de 2022 seriam – ainda podem ser no futuro – para a validação do modelo.

Requisitámos tamanha folga de dados por duas razões:

- Entendemos que os materiais urbanos, durante o verão e, especialmente, ondas de calor, estão mais quentes e que isso se deve à acumulação de vários dias expostos ao clima. Daí que, como é que podemos ter a certeza que os materiais no simulador irão estar à temperatura que estão na realidade? Ignorando, na altura, a exigência computacional que uma simulação requer, era nossa intenção deixar o modelo simular 15 dias e só analisar o último dia e noite. Dessa forma, alcançaríamos resultados, a nosso ver, mais aproximados à realidade – a validação do modelo o iria julgar. A folga nos dados climatérios era, por isso, para permitir esta abordagem.
- Permitir flexibilidade na escolha do período alvo.

A inserção dos dados climatérios no ENVI-met é feita através do *Forcing Manager*, onde se importam os dados em formato csv e se cria um ficheiro em formato fox que irá informar o ficheiro de simulação – formato simx. A simulação ENVI-met torna-se *instável* quando a direcção do vento varia mais de 90º num período de 30 minutos e/ou a velocidade do vento é inferior a 1 m/s. Assim, alguns dados tiveram que ser ajustados para suavizar as variações na direcção do vento e garantir uma velocidade mínima de

1 m/s. Apesar de o IPMA disponibilizar dados sobre radiação solar, não distingue entre difusa e directa e não inclui a radiação de onda longa. Assim, os valores inseridos para a radiação são 0 e optou-se por não se *forçar*[43] a radiação ou a cobertura de nuvens. Os dados climáticos foram inseridos conforme apresentado no anexo A14, sendo que, os valores que foram ajustados na direcção do vento, estão indicados a vermelho. Os dados inseridos relativos à validação podem ser consultados no anexo A15.

3.3.2.2. Modelação 3D – *SketchUp* e *Spaces*

O ENVI-met inclui uma ferramenta de modelação 3D – o *Spaces* – baseada em quadrículas de, no mínimo, 1 x 1 m. É possível modelar directamente a partir desta ferramenta, no entanto, tratando-se de áreas urbanas reais e irregulares, a tradução em quadrículas de 1 m de lado torna-se menos precisa. Além disso, a modelação é feita em duas fases: 2.5D e 3D. A fase 2.5D é a inicial e onde se podem editar tamanhos de quadrículas e área de simulação, no entanto, apesar de ser possível visualizar em 3D, não permite editar em 3D. Por exemplo, não permite definir janelas ou, sequer, diferenciar materiais de fachada por andar. Para isso, temos que passar à fase 3D mas onde já não é possível editar os tamanhos das quadrículas ou a dimensão da área de simulação.

Existem vários *plugin* que permitem, a partir de outros programas, traduzir em *linguagem* ENVI-met. É o caso do *Envimet-inx*, criado por *AntonelloDN* (GitHub, 2022), que se aplica ao *SketchUp* (Trimble, 2022) onde é possível importar ficheiros em formato dwg – do *AutoCAD*. Este *plugin*, permite georeferenciar e traduzir as formas dos perfis de solo, edifícios e vegetação e localizar árvores. Não permite, no entanto, traduzir directamente para a fase 3D do *Spaces*. Assim, paredes simples e detalhes das fachadas só podem ser definidos no *Spaces.* Devido a esta limitação, as fachadas não foram detalhadas e assumiu-se o material que, por edifício, predomina, já os muros foram modelados no *Spaces.* Detalhes sobre as atribuições de materiais, solos, vegetação podem ser consultados nos anexos A1-A6. É de salientar, no entanto, que, como tivemos que remover muitos elementos da modelação para ser possível correr as simulações em tempo útil, as imagens no anexo A16 servem para esclarecer o que foi, de facto, modelado. O *Spaces* produz, portanto, o ficheiro, em formato inx, que vai informar o ficheiro de simulação – formato simx.

Quadro 2 - Caracterização do modelo ENVI-met (igual para os 4 cenários)

Localização do modelo	
Posição terrestre	
Latitude (º, +N, -S)	41.17
Longitude (º, -O, +E)	-8.64
Fuso horário de referência	
Nome	CET / GMT +1
Longitude de referência	-15.00
Rotação do modelo em relação ao norte	10º
Geometria do modelo	
Dimensões quadrícula de células (em metros)	dx= 2 / dy= 2 / dz= 2
Dimensões do modelo (em células)	x: 192 / y: 87 / z: 20
Rotação do modelo em relação ao norte	10.00
Número de nesting grids	0
Método de geração das quadrículas verticais	
Célula inferior sub-dividia em 5 células?	sim
Telescoping?	sim
Factor de telescoping (%)	8.00
Começar telescoping após altura (m)	20.00
Verificação geométrica	
Distância mínima entre edifícios e limites do modelo	26 células (52 m)
Altura do modelo	51.29 m
Altura do edifício mais alto	17 m
Diferença entre edifício mais alto e altura do modelo	34.29 m
Georeferenciação	
Coordenada da quadrícula inferior esquerda	x: 530445.44 / y: 4557184.50



Fig. 29 - simulação de vista aérea sobre a Rua Direita de Francos virada para poente
Fonte: adaptado de *Google Earth*

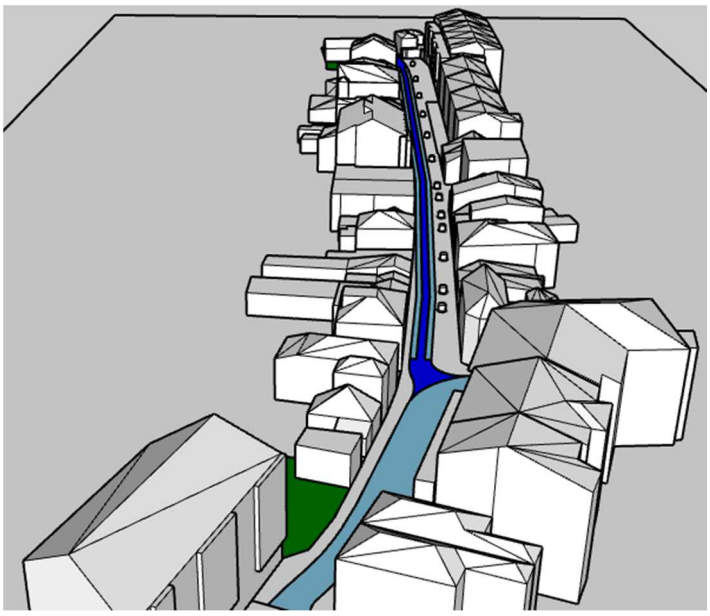


Fig. 30 - visualização do modelo 3D do cenário alternativo 2 em Sketchup
Fonte: autor da dissertação em *SketchUp Pro 2022*

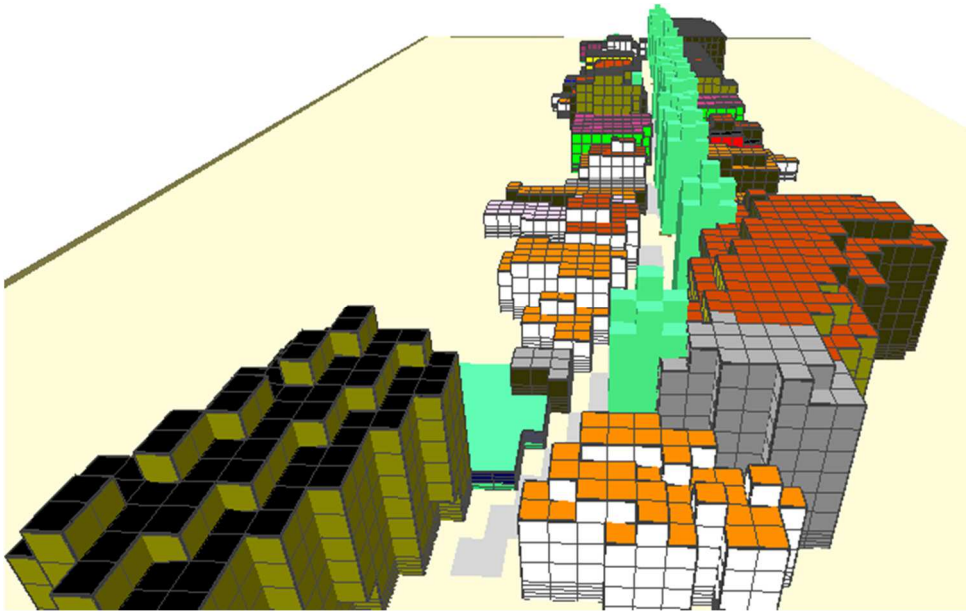


Fig. 31 - visualização do modelo 3D do cenário alternativo 2 no Spaces
Fonte: autor da dissertação em *ENVI_met SPACES V5.0.3*

3.3.2.3. Configuração das simulações

Para dar início à simulação no *ENVI-core V5.0.3 (64bit)*[44] é preciso, primeiro, definir o ficheiro de simulação – formato simx – no *ENVI-guide V5.0.3*. É aqui que se definem vários parâmetros de cálculo que procuramos resumir no Quadro 3.

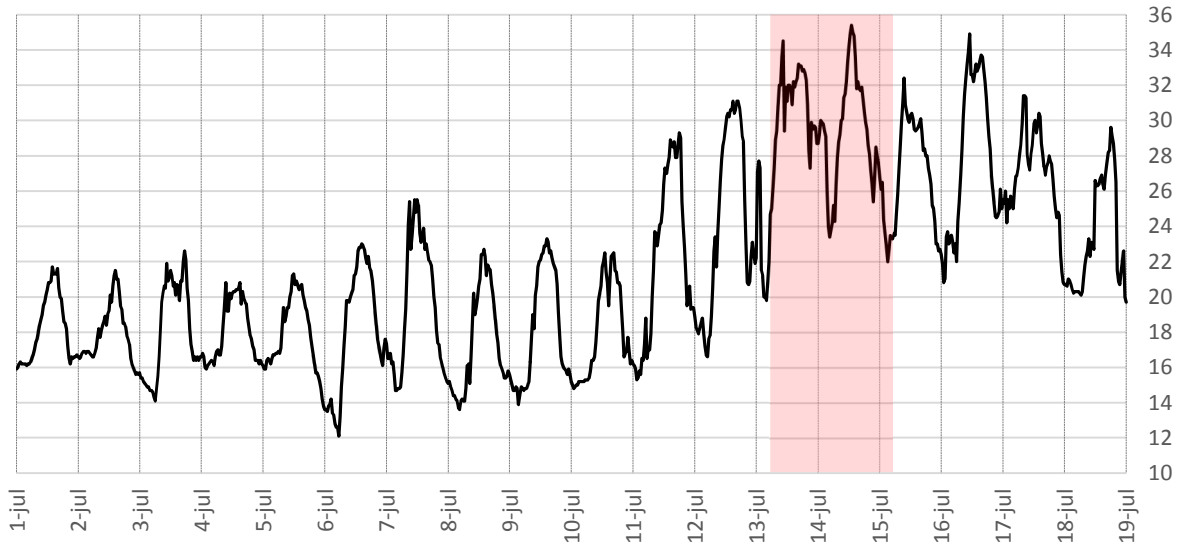


Fig. 32 - evolução da temperatura do ar na estação do Porto/Pedras Rubras entre as 0:00 de 1 de Julho de 2006 e as 0:00 de 19 de Julho de 2006. Período simulado indicado a vermelho.
Fonte: adaptado a partir de dados meteorológicos fornecidos pelo IPMA

Quadro 3 - resumo da configuração do ficheiro de simulação (igual para as 4 simulações)

definições gerais	
data de início	13.07.2006
hora de início	06:00
duração da simulação	48h
meteorologia	
full forcing	
forçar vento?	sim
forçar temperatura do ar?	sim
forçar radiação ou nuvens?	não
forçar humidade relativa?	sim
forçar precipitação?	sim
mínimo intervalo entre actualizações dos parâmetros do vento (s)	30
cobertura de nuvens alternativa	
cobertura de nuvens baixas (0-8)	0
cobertura de nuvens intermédias (0-8)	0
cobertura de nuvens altas (0-8)	0
definições de radiação	
***ray tracing* e altura limiar do IVS**	
precisão de *Raytracing*	baixa resolução
altura limiar de precisão?	sim
altura limiar a partir do solo (m)	5
usar módulo IVS?	sim
resolução em segmentos angulares de altura	baixa (30º)
resolução em segmentos angulares de azimute	baixa (30º)
método de cálculo da temperatura média radiante (TMR) e *minimum radiation cap*	
método de cálculo da TMR	abordagem comum de seis direcções
factor de projecção humana	*VDI (rayman, SURM)*
módulo avançado de radiação de canópia e factor de ajuste solar	
usar módulo ACRT?	sim
intervalo entre actualizações de cálculos do factor de visão para o ACRT (dias)	10
factor de ajuste solar	1

3.3.2.4. Cálculo da TFE

O ENVI-met inclui uma ferramenta para traduzir os dados físicos em TFE. Esta tradução é feita no *Bio-met V.2.0* e que, neste caso, considerou os valores no Quadro 4 como parâmetros humanos.

3.3.3. MEDIÇÕES DE CAMPO – VALIDAÇÃO DO MODELO

De forma a poder validar a simulação (Oke, 2006; Oke et al., 2017; Stewart, 2011), medições meteorológicas foram efectuados no local no dia 6 de Maio de 2022. A situação sinóptica nesse dia caracterizou-se como se segue:

"Anticiclone localizado na região do arquipélago dos Açores ou do golfo da Biscaia, por vezes estendendo-se em crista à península Ibérica ou ao arquipélago da Madeira respetivamente. Corrente de leste.

Desenvolvimento de regiões depressionárias na região da península Ibérica, por vezes com expressão em altitude ou associadas a vales. Depressão térmica ou vale invertido." (IPMA, 2022a, p. 3)

Quadro 4 - parâmetros humanos utilizados para o cálculo da TFE no *Bio-met*

parâmetros corporais	
idade da pessoa (anos)	35
género	masculino
peso (kg)	75.00
altura (m)	1.75
área superficial (*DuBois-area*)	1.91 m^2
parâmetros de vestimenta	
isolamento de vestimenta estático (clo)	0.90
metabolismo	
rácio total de metabolismo (W)	164.49 (=86.21 W/m^2)
(met)	1.48

O equipamento utilizado foi o *HOBO UX100-011* da *ONSET* que permite recolher dados de temperatura do ar e humidade relativa durante longos períodos. No entanto, tratando-se de um equipamento de interiores, não tem escudo de radiação, pelo que foi engendrado um chapéu branco feito de cartão tipo *K-Line* para o proteger da radiação solar (Fig. 35). Adicionalmente, tratando-se de um equipamento da FEUP e não sendo possível garantir que este não seja roubado ou danificado quando deixado na rua durante um dia inteiro sem supervisão, optou-se por fazer recolhas de dados pontuais. Ou seja, recolhemos amostras entre as 6:00 e 7:00, as 12:00 e 13:00 e entre as 18:00 e 19:00.

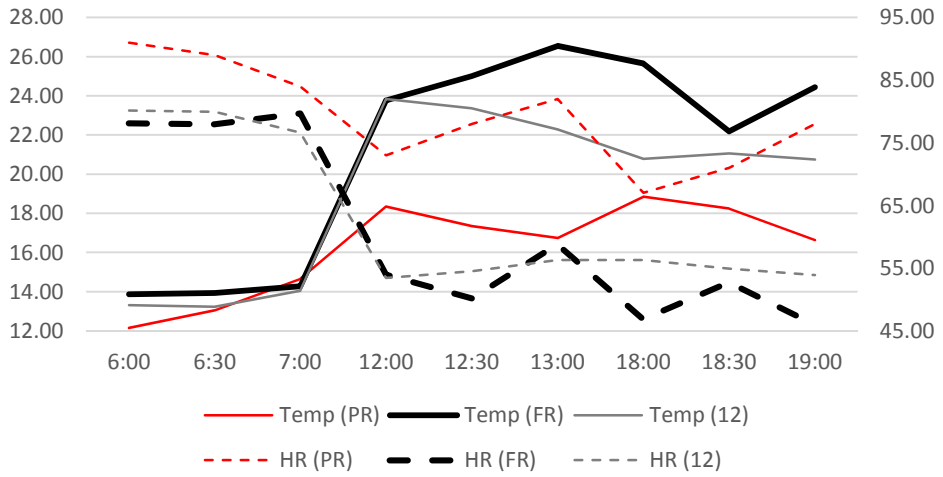


Fig. 33 - evolução da temperatura (Temp) e humidade relativa (HR) em Pedras Rubras (PR), Rua Direita de Francos (FR) e Rua das Doze Casas (12) no dia 6 de Maio de 2022 – valores de meia em meia hora e nos intervalos de 6:00-7:00, 12:00-13:00 e 18:00-19:00 horas.

Fonte: Dados da estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras do IPMA; restantes dados recolhidos no local pelo autor da dissertação

O sensor estaría o mais próximo possível do meio do arruamento, a cerca de 2 m do solo e o mais livre possível de obstruções. Como forma de flexibilizar a colocação, remoção e transporte do equipamento, engendrou-se uma cana de pesca em cujo fio se pendurou o sensor com o chapéu (Fig. 34).

Apresenta-se, na Fig. 37, a localização geográfica das medições e, na Fig. 33, os valores registados na Rua Direita de Francos sobrepostos com os dados respeitantes à estação meteorológica de Porto-Pedras Rubras – fornecidos pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) – e ainda se incluem os valores registados na Rua das Doze Casas[45].

Infelizmente, por razões de capacidade computacional, foi necessário restringir o número de simulações pelo que a simulação que seria usada para validar o modelo foi, para já, cancelada. No entanto, o modelo poderá ser, posteriormente, validado.



Fig. 34 - cana de pesca com sensor pendurado pelo fio e coberto com chapéu branco na Rua Direita de Francos
Fonte: autor da dissertação (tirada no dia 6 de Maio de 2022 pelas 18:04)



Fig. 35 - detalhe do *chapéu* sobre o sensor
Fonte: autor da dissertação (tirada no dia 6 de Maio de 2022 pelas 18:58)

Quadro 5 - Metadados da estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras
Fonte: IPMA

Localização	
Latitude	41.232275
Longitude	-8.6791083
Altitude	67.73 m
Equipamento de medição	
Temperatura do ar (1.5 m do solo)	Vaisala – HMP155E
Humidade relativa (1.5 m do solo)	Vaisala – HMP155E
Velocidade do vento (10 m do solo)	GILL ultrasónico
Direcção do vento (10 m do solo)	GILL ultrasónico
Precipitação	Lambrecht



Fig. 36 - Estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras
Fonte: IPMA



Fig. 37 - Localização da estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras e relação com pontos de medição de campo
Fonte: autor da dissertação adaptado de *Google* e *IPMA*

3.4. RESULTADOS

3.4.1. MOMENTOS EM ANÁLISE

Focámo-nos, apenas em dois momentos da simulação (Fig. 38) que julgamos serem mais representativos de cenários extremos de calor durante o dia e durante a noite. Por isso, procurámos os momentos que fossem mais quentes e, ao mesmo tempo, apresentassem um vento fraco. Temos, assim, os seguintes momentos:

- **dia** – 14 de Julho de 2006 às 13:00:
  - temperatura do ar: 35.4 ºC
  - humidade relativa: 26 %
  - velocidade do vento: 1.6 m/s
  - direcção do vento: 321º nor-noroeste
- **noite** – 15 de Julho de 2006 às 1:00
  - temperatura do ar: 26.5 ºC
  - humidade relativa: 47 %
  - velocidade do vento: 1.1 m/s
  - direcção do vento: 114º lés-sudeste

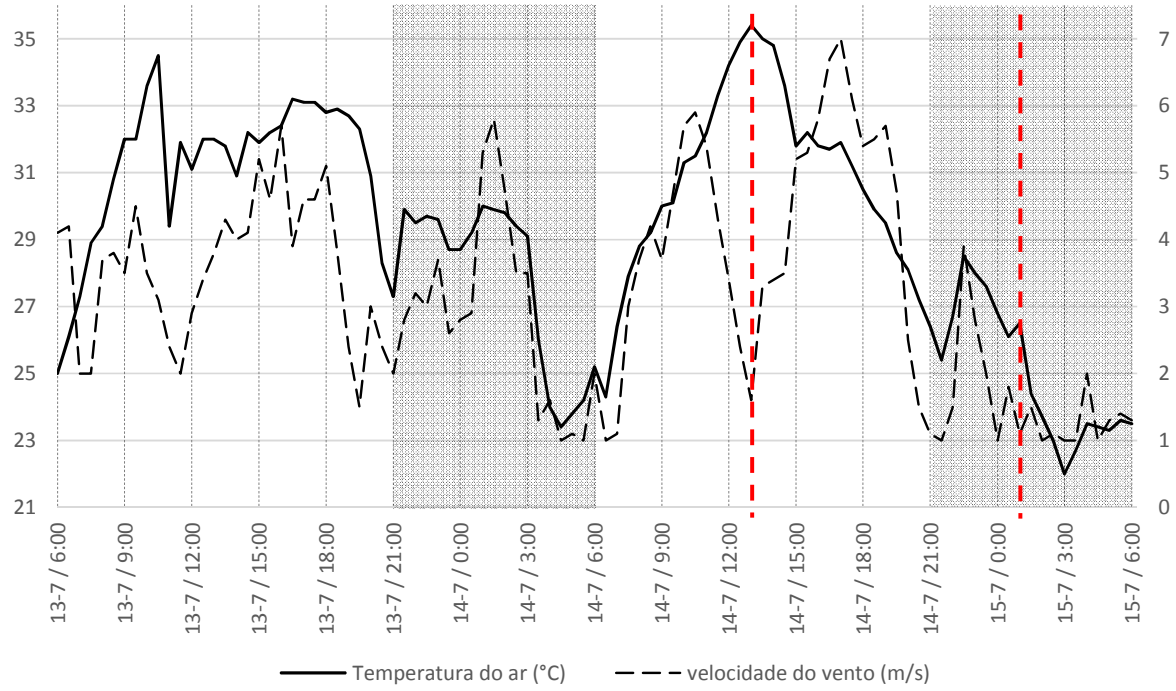


Fig. 38 - evolução da temperatura do ar e velocidade do vento na estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras entre as 6:00 de 13 de Julho de 2006 e as 6:00 do 15 de Julho de 2006. Sombreado a cinza corresponde, sensivelmente, ao período nocturno. Linhas vermelhas indicam momentos de análise
Fonte: estação meteorológica do Porto/Pedras Rubras, IPAM.

Adicionalmente, a altura do solo a que a análise é feita é de 1.4 m – célula dz=3.

3.4.2. DURANTE O DIA

3.4.2.1. TFE

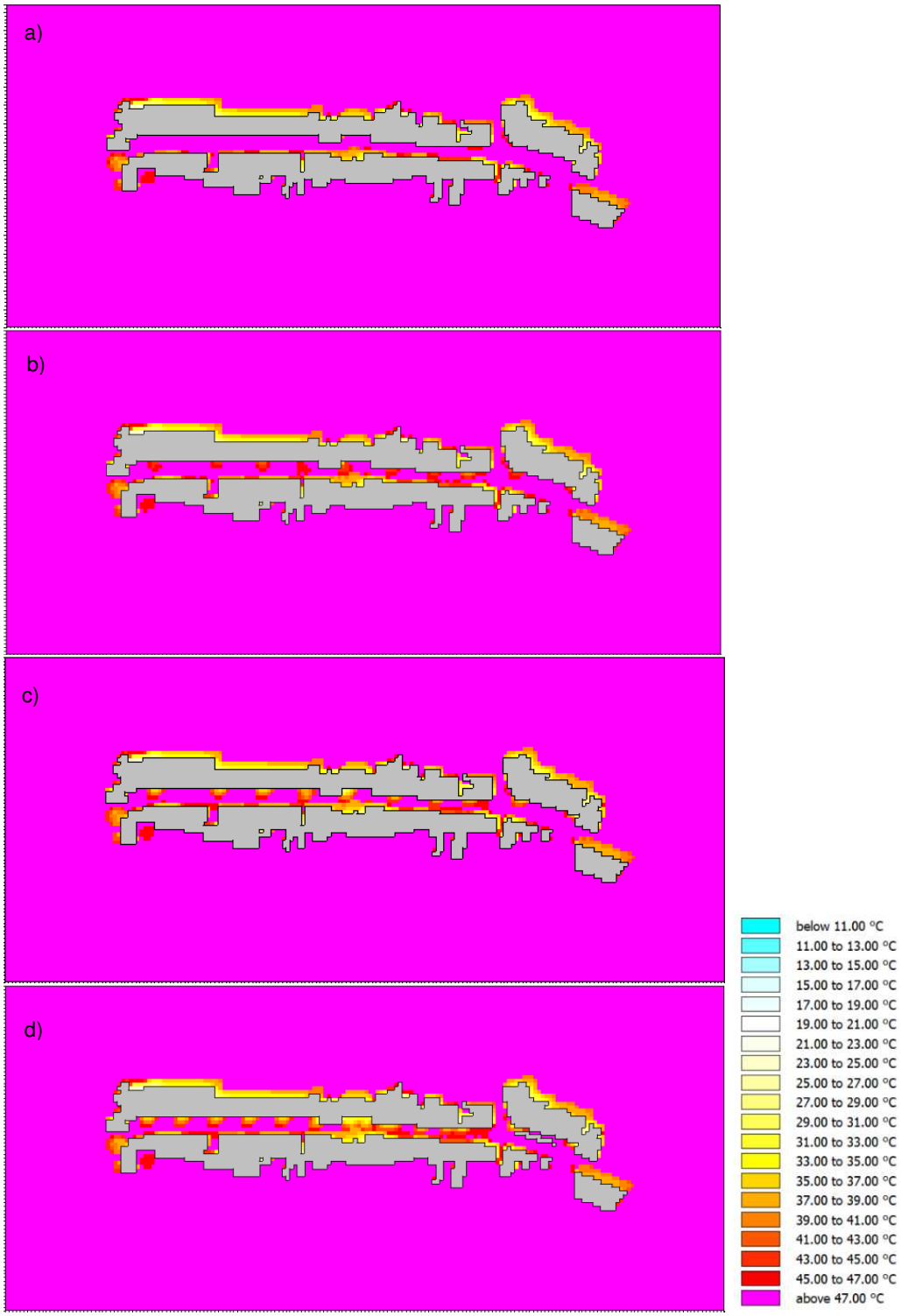


Fig. 39 - TFE na situação existente e nos 3 cenários durante o dia

a) situação existente – TFE máxima de 56.80 ºC e mínima de 21.64 ºC;

b) cenário do projecto de execução – TFE máxima de 56.80 ºC e mínima de 21.60 ºC;

c) cenário alternativo 1 – TFE máxima de 56.60 ºC e mínima de 21.46 ºC;

d) cenário alternativo 2 – TFE máxima de 57.37 ºC e mínima de 21.37 ºC.

3.4.2.2. Variação da TFE nos cenários face ao existente

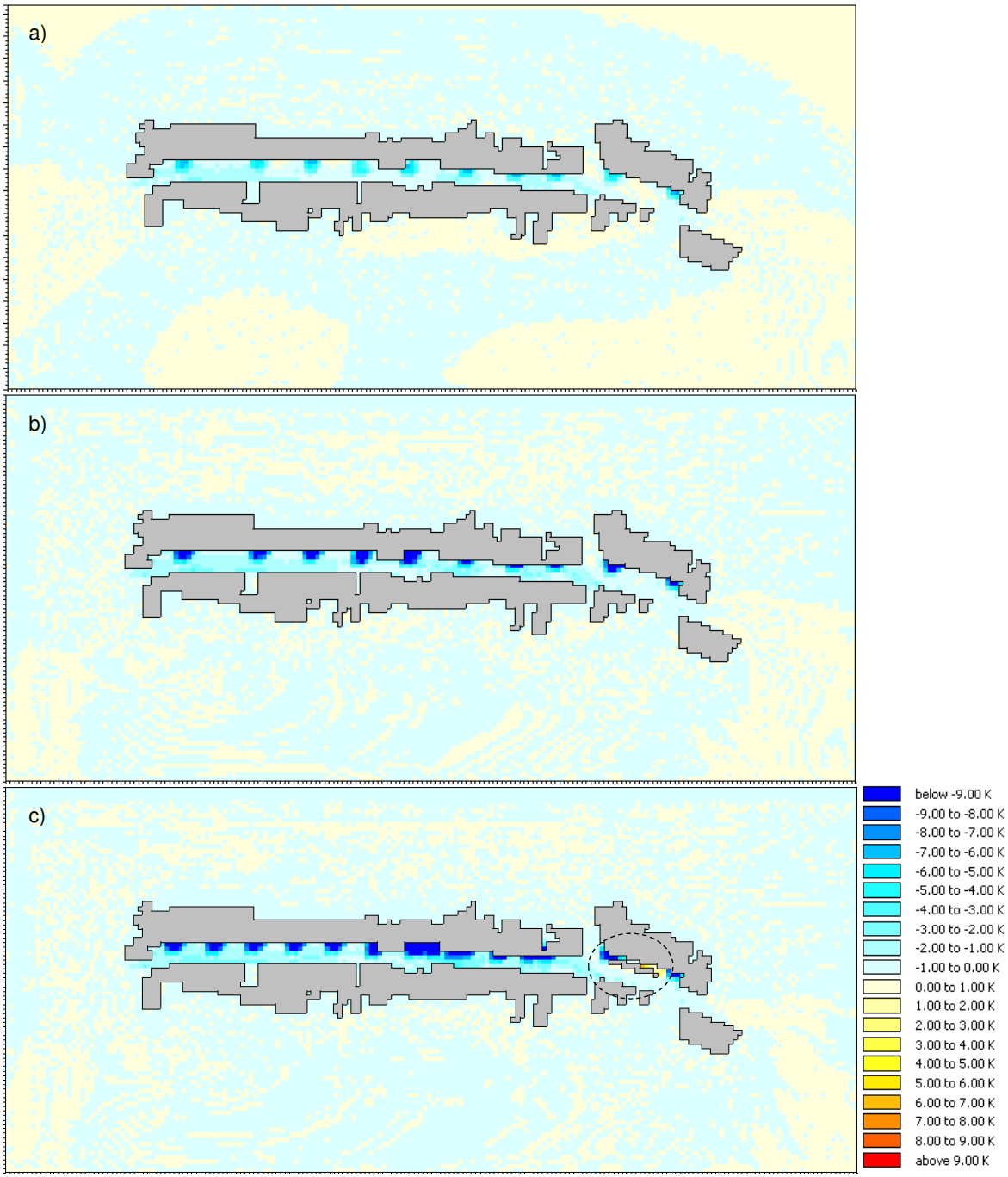


Fig. 40 - comparação do efeito de arrefecimento (TFE) dos 3 cenários durante o dia em relação à situação existente.

a) cenário do projecto de execução – máximo arrefecimento de -7.40 K com um aquecimento máximo de 0.60 K;

b) cenário alterntivo 1 – máximo arrefecimento de -18.87 K com um aquecimento máximo de 0.27 K;

c) cenário alternativo 2 – máximo arrefecimento de -21.12 K com um aquecimento máximo de 6.17 K.

3.4.2.3. Diferenças entre cenários

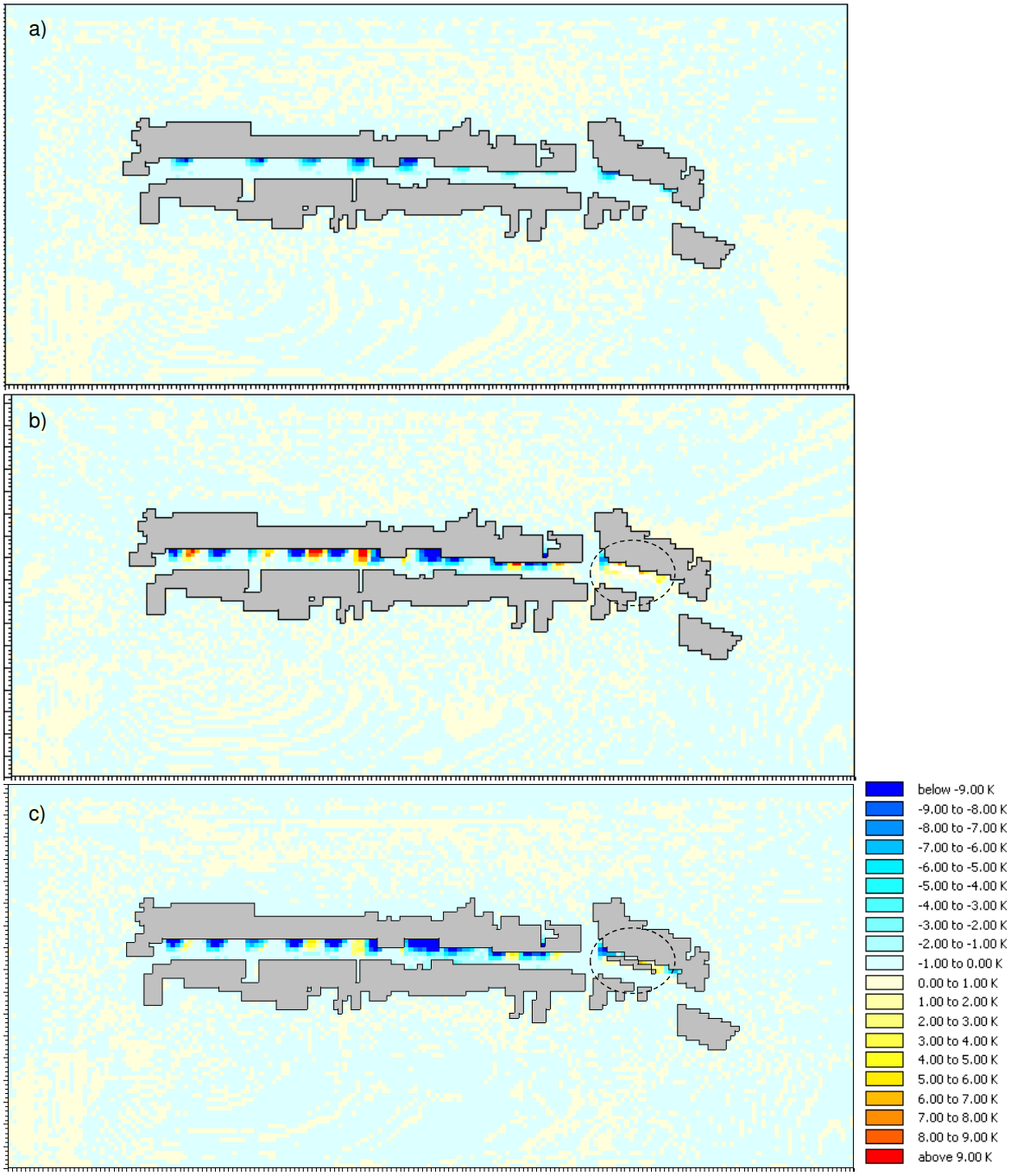


Fig. 41 - comparação entre os três cenários durante o dia

a) cenário alternativo 1 em comparação com o do projecto de execução – máximo > arrefecimento de -12.93 K com um > aquecimento máximo de 0.30 K;

b) cenário alternativo 2 em comparação com o alternativo 1 – máximo > arrefecimento de -19.87 K com um > aquecimento máximo de 13.22 K;

c) cenário alternativo 2 em comparação com o do projecto de execução – máximo > arrefecimento de -20.92 K com um > aquecimento máximo de 6.17 K.

3.4.3. DURANTE A NOITE

3.4.3.1. TFE

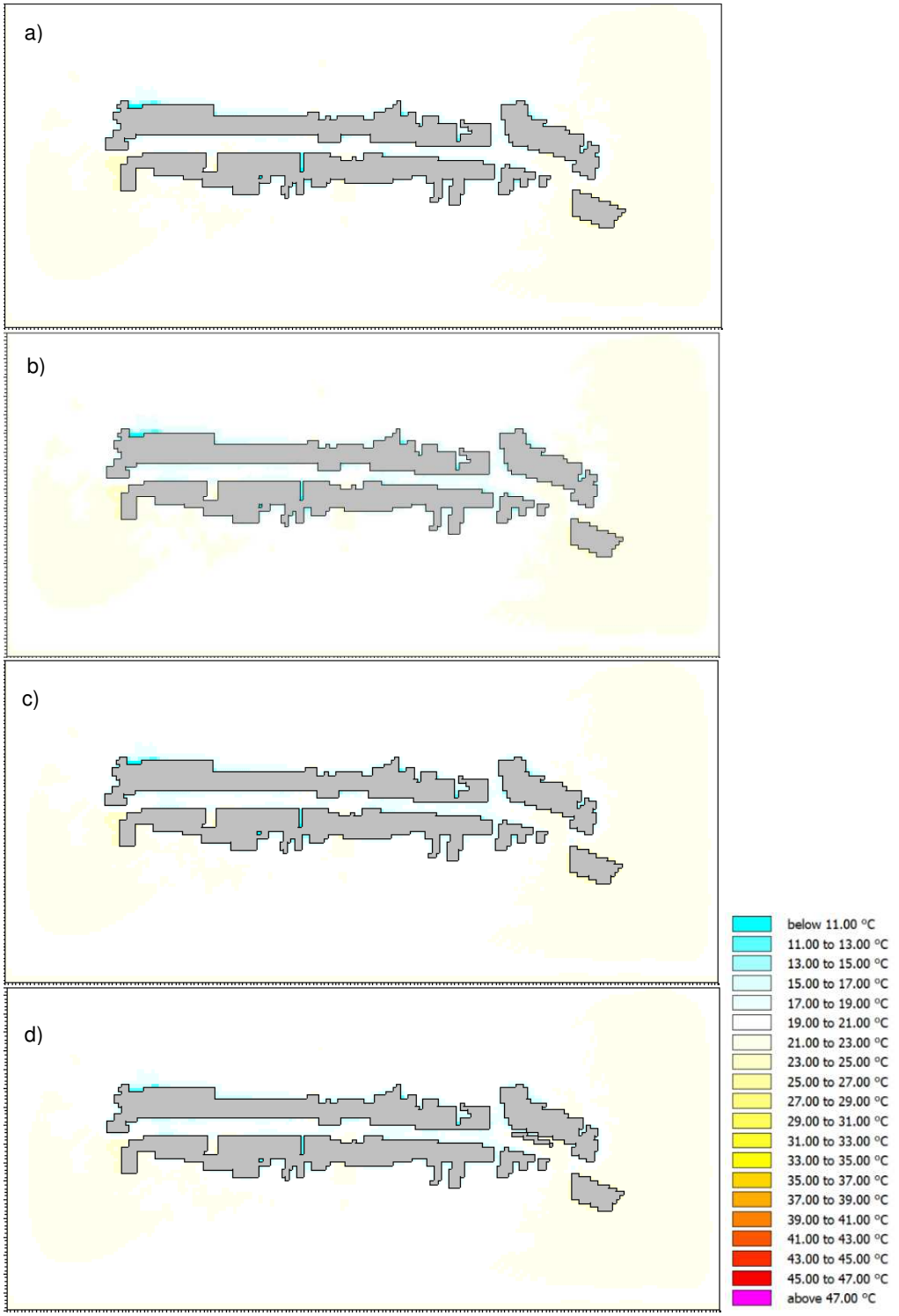


Fig. 42- TFE na situação existente e nos 3 cenários durante a noite
a) situação existente – TFE máxima de 24.80 ºC e mínima de 9.80 ºC;
b) cenário do projecto de execução – TFE máxima de 24.80 ºC e mínima de 9.17 ºC;
c) cenário alternativo 1 – TFE máxima de 24.80 ºC e mínima de 9.16 ºC;
d) cenário alternativo 2 – TFE máxima de 24.80 ºC e mínima de 9.15 ºC.

3.4.3.2. Variação da TFE nos cenários face ao existente

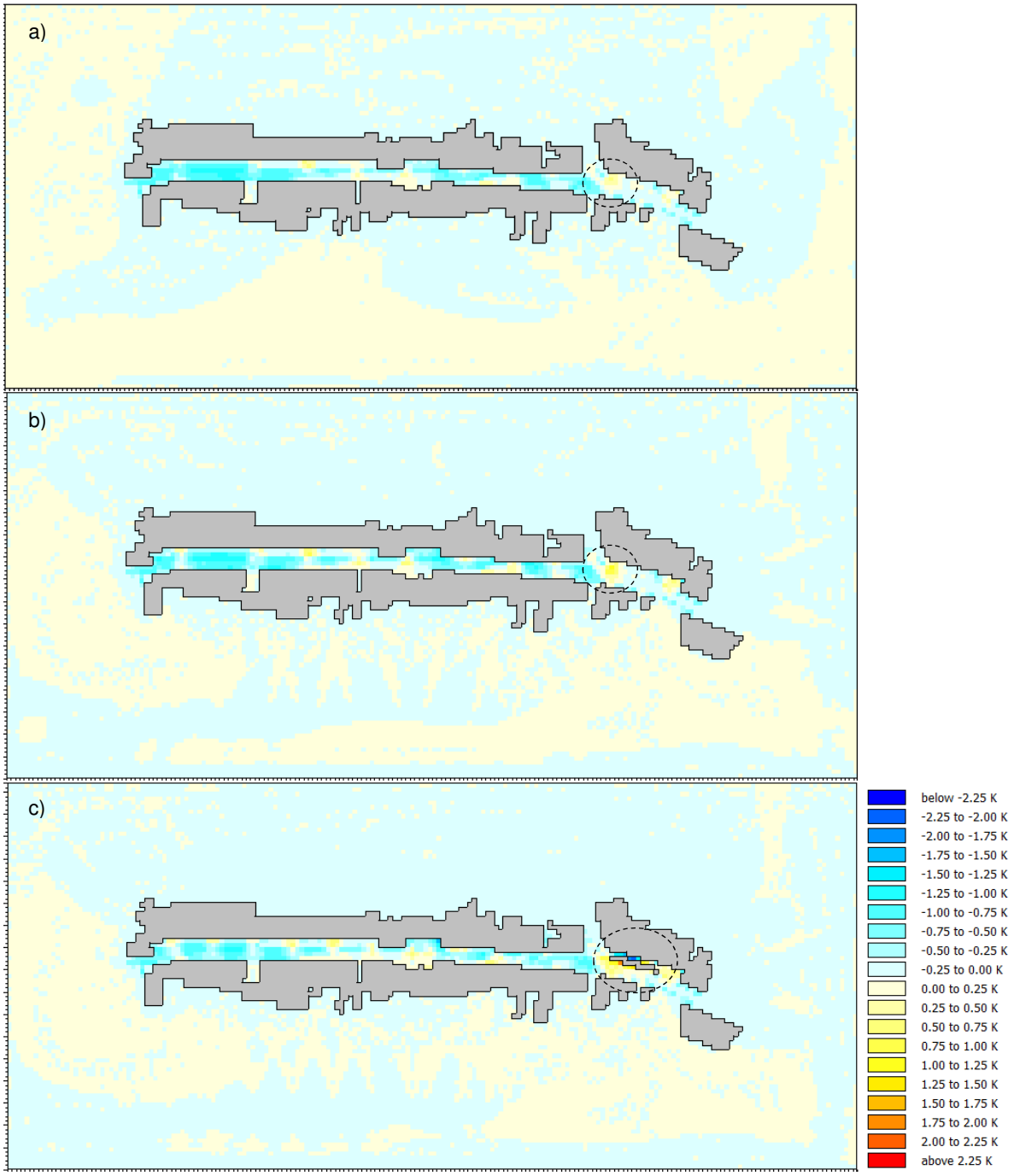


Fig. 43 - comparação do efeito de arrefecimento (TFE) dos 3 cenários durante a noite em relação à situação existente.

a) cenário do projecto de execução – máximo arrefecimento de -1.12 K com um aquecimento máximo de 0.69 K;

b) cenário alterntivo 1 – máximo arrefecimento de -1.17 K com um aquecimento máximo de 1.16 K;

c) cenário alternativo 2 – máximo arrefecimento de -2.15 K com um aquecimento máximo de 1.91 K.

3.4.3.3. Diferenças entre cenários

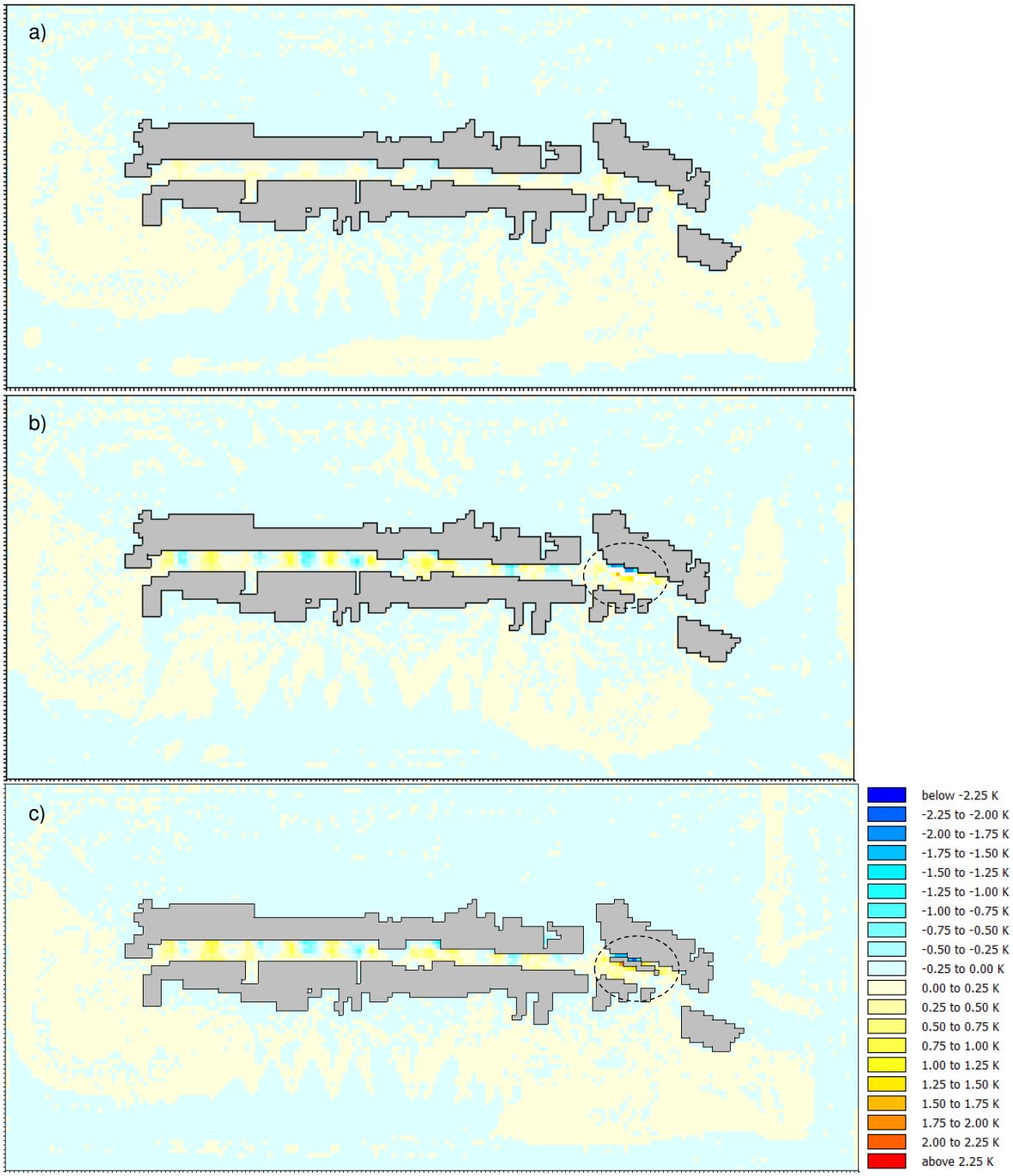


Fig. 44 - comparação entre os três cenários durante a noite

a) cenário alternativo 1 em comparação com o do projecto de execução – máximo > arrefecimento de -0.52 K com um > aquecimento máximo de 0.49 K;

b) cenário alternativo 2 em comparação com o alternativo 1 – máximo > arrefecimento de -1.94 K com um > aquecimento máximo de 1.71 K;

c) cenário alternativo 2 em comparação com o do projecto de execução – máximo > arrefecimento de -2.02 K com um > aquecimento máximo de 1.86 K.

3.5. DISCUSSÃO

Em primeiro lugar, é importante salvaguardar que este modelo ainda não foi devidamente validado (3.3.3.), pelo que os seus resultados devem ser, para já, interpretados com reservas.

As TFE resultantes durante o dia (Fig. 39) são, em todas as simulações, dramáticas, com uma forte presença de valores bem acima dos 41º, a partir dos quais se considera haver um stress térmico extremo. No entanto, enquanto que na situação existente (Fig. 39 a) existe um claro domínio no arruamento de TFE acima dos 47º, os três cenários revelam uma tendência crescente – de a) para d) – na redução desse predomínio e chega mesmo, na alternativa 2 (Fig. 39 d), a definir uma área considerável com TFE abaixo dos 35º, abaixo dos quais se considera haver um stress térmico moderado.

A variação da TFE mínima – de a) para d) – parece reflectir a mesma tendência. No entanto, o mesmo não se pode dizer quanto às TFE máximas, já que, enquanto que a TFE máxima em a), b) e c) é exactamente a mesma, a TFE máxima na alternativa 2 (Fig. 39 d) é superior às outras todas. Como este valor de TFE mais elevado está restrito a apenas uma célula que se encontra limitada, a norte, por um edifício e, a sul, pela ramada, este resultado inesperado poderá dever-se à forma como a própria ramada está modelada. Na verdade, não foi possível modelar a ramada como uma parede simples horizontal, coberta com vegetação, porque não foi, por sua vez, possível permitir incluir a vegetação sobre a mesma. A solução encontrada foi modelar como se de um edifício se tratasse mas cujas paredes fossem feitas de ar. Os resultados parecem sugerir que essas paredes de ar funcionaram como paredes impermeáveis ao fluxo de ar. Esta interpretação é reforçada pelo facto de este tipo de situações inesperadas junto à ramada também serem identificadas nas análises durante a noite.

Na análise das diferenças na alteração das TFE durante o dia face ao existente nos três cenários (Fig. 40), a tendência crescente de arrefecimento – de a) para c) – também se verifica. Neste caso, apesar de os valores máximos de redução aumentarem significativamente e os máximos de aumento diminuirem, entre a) e b), conforme tendência de arrefecimento, os valores máximos de aumento em c) são significativamente mais elevados – 6.17 K – do que em a) e b) – 0.60 K e 0.27 K, respectivamente –, o que poderá dever-se à modelação da ramada.

No cenário do projecto de execução durante o dia (Fig. 40 a), encontram-se melhorias, sendo que predominam as reduções em pelo menos 1 K em quase todo o arruamento, especialmente na Rua Direita de Francos, seguidas por reduções em 3 K debaixo das árvores e chegando-se mesmo a reduções em quase 8 K em alguns pontos. Por outro lado, a alternativa 1 (Fig. 40 b) permite uma maior predominância de reduções em 2 K na globalidade do arruamento e muito mais fortes reduções debaixo das árvores, entre 9 K e 18.87 K. Já a alternativa 2 (Fig. 40 c) permite reduções na globalidade do arruamento semelhantes às da alternativa 1, mas com uma maior concentração de sombras de árvores, uma máxima redução de 21.12 K e algum aquecimento inesperado junto à ramada que se deverá à sua modelação.

Com a mesma disposição das árvores e ACA que o projecto de execução mas com um reforço em mais de 700 % no IAF (Quadro 1), a alternativa 1 durante o dia (Fig. 41 a), quando comparada com o projecto de execução, consegue um arrefecimento extra em quase 1 K em todo o arruamento e até 12.93 K debaixo das árvores, enquanto que apenas se registam aumentos máximos de 0.30 K em todo o modelo. Parece existir, durante o dia, uma clara vantagem no uso desta espécie de árvore face à do projecto de execução. Já a provável redução da velocidade do vento, devida à sua maior altura e IAF mais elevado, parece não ter tido impacto significativo na TFE.

Com espécies de árvores iguais mas com uma disposição diferente, mais 50 % de ACA e um proporcional reforço na IAF (Quadro 1), a alternativa 2 durante o dia (Fig. 41 b), quando comparada com a 1, consegue um arrefecimento extra em quase 1 K em quase todo o arruamento, com a excepção

do *Largo*, e arrefecimentos e aquecimentos fortes e quase simétricos em função das alterações da localização das árvores. No entanto, há mais pontos de arrefecimento e a magnitude da diferença máxima de arrefecimento é superior à magnitude máxima de aquecimento – 19.87 K e 13.22 K, respectivamente. Junto à ramada, revelam-se alguns aquecimentos inesperados, na ordem dos 6 K, entre esta e o edifício e que se deverão à modelação da ramada.

As TFE no arruamento durante a noite (Fig. 42) são bem amenas e pouco variam, em todos os cenários, entre os 17º e os 23º. Neste intervalo de TFE é considerado haver conforto. No entanto, tendo o simulador apenas *corrido* 48 horas e, devido à ausência de radiação de onda-curta solar, um dos factores mais influentes no calor urbano nocturno ser a radiação de onda-longa emitida pelos materiais aquecidos durante o dia, será que as diferenças seriam mais significativas e as TFE mais elevadas se o modelo tivesse sido exposto a 15 dias de simulação?

Analisando as pequenas diferenças entre os cenários durante a noite (Fig. 43) – entre máximos de arrefecimento de 2.15 K e máximos de aquecimento de 1.91 K em relação ao existente –, podemos dizer que, na globalidade, a integração das árvores no arruamento reduz a TFE. No entanto, existem três aspectos que gostaria de destacar:

i. na Fig. 43 a) e b), reconhecem-se alguns pontos de aquecimento no arruamento que se poderão dever à redução do FVC (Fig. 24) e, assim, limitar a capacidade da radiação de onda-longa de escapar para a atmosfera. Uma vez que a alternativa 1 é exactamente igual ao projecto de execução excepto na altura e IAF das árvores, um exemplo de indícios mais claros desse efeito pode ser visto na comparação da alternativa 1 sobre o projecto de execução (Fig. 44 a) em que as áreas de aquecimento coincidem, sensivelmente, com a localização das árvores.
ii. na Fig. 43 c), voltamos a assistir a efeitos inesperados junto à ramada, onde se encontram os extremos de aquecimento e arrefecimento – 1.91 K e 2.15 K, respectivamente.
iii. numa observação global da Fig. 43, poderemos dizer que o cenário do projecto de execução, com as árvores mais baixas e com menor IAF, apresenta uma maior presença de áreas de arrefecimento e que, enquanto que – no seguimento de i. – as árvores menos densas e mais baixas parecem beneficiar o arrefecimento global do espaço, as árvores mais altas e densas parecem produzir arrefecimentos pontuais mais intensos.

Por fim, não foi possível avaliar as implicações do desempenho do sub-solo, que serão, provavelmente, mais claras em simulações mais longas. Essas implicações prender-se-ão, em especial, à variação dos padrões de presença de água no solo que, além de influenciar o comportamento térmico dos solos, pode influenciar a intensidade do efeito de arrefecimento da vegetação. Por exemplo: se a vegetação não tem acesso a água, não há evapotranspiração. Não podemos, portanto, ignorar as condições do solo que suportam a vegetação, além do conflicto entre as funções de suporte de vegetação e as de envolvência de infraestrutura humana enterrada – tubagens, em especial.

[1] Em 2001 registavam-se 263131 residentes, enquanto que em 2021 se registaram 231828 habitantes – uma redução de 11.9 %
[2] Em 2001, a faixa etária de >65 anos representava menos de um quinto – 19.38% - da população para passar a representar mais de um quarto – 25.98 % – em 2021.
[3] apenas politicamente regionalizada em relação aos Açores e Madeira
[4] Cerca de 85 %, longe da media europeia de 71 %. Montalvo, A. M. R. (2021). *Os Nivéis de Governo dos Países da Europa*. Edições Almedina.
[5] Cerca de 83 % do PIB, muito mais do que a média europeia de 68 %. Ibid.
[6] Montalvo define a administração desconcentrada como uma *"(…) repartição 'horizontal' dos poderes administrativos do Governo* [do estado] *por órgãos seus subalternos, dele dependentes, criados segundo critérios geográficos." Ibid.*
[7] Junto com o da inovação e transição digital. CMP. (2022c). *Portal da Câmara Municipal do Porto*. Retrieved 27.03.2022 from https://www.cm-porto.pt/executivo

[8]Financiado pela Islândia, o Liechtenstein e a Noruega. ClimAdaPT.Local. (2015). *Portal do ClimaAdaPT.Local*. Retrieved 01.04.2022 from https://arquivo.pt/wayback/20181116014338/http://climadapt-local.pt/#
[9] através da análise dos registos meteorológicos entre 1901 e 2007 da estação metereológica da Serra do Pilar
[10] Entrou em vigor em 2021
[11] *"A rede de conexão é traduzida quer por eixos de arborização que ligam de forma linear os espaços verdes urbanos, quer pela requalificação do espaço público"* CMP. (2021). *Plano Diretor Municipal - Relatório*. Câmara Municipal do Porto. https://pdm.cm-porto.pt/documentacao/
[12] *"Os corredores verdes constituem uma rede estruturante de sistemas naturais relevantes, que têm por suporte o sistema húmido e grande parte dos espaços verdes fundamentais"* ibid.
[13] Até à data em que este relatório é escrito, nenhum destes planos foi apresentado ao público, pelo que não foi possível analisá-los.
[14] à data em que este relatório foi escrito, o documento deste plano ainda não se encontrava disponível para consulta.
[15] Na verdade, se considerarmos a área que estava inicialmente planeada ser analisada em Francos – antes de, por razões de limites computacionais, ter sido necessário reduzir – a área seria de cerca de 3000m^2
[16] Aberto de cércea-baixa – 'Open lowrise'
[17] Compacto de cércea-baixa – 'Compact lowrise'
[18] Aberto de cércea-média – 'Open midrise'
[19] Lembro que, quando o programa preliminar foi elaborado, ainda estava em vigor o anterior PDM
[20] É um princípio geral. Em alguns casos, provavelmente por razões técnicas e económicas, serão mantidas, totalmente ou em parte, algumas infraestruturas técnicas.
[21] Embora possam ser propostas soluções alternativas quando justificável
[22] Transcrição exacta conforme no programa preliminar
[23] Atual Departamento Municipal de Espaços Verdes e Gestão de Infraestruturas
[24] Transcrição exacta conforme no programa preliminar
[25] Transcrição exacta conforme no programa preliminar
[26] Transcrição exacta conforme no programa preliminar
[27] A colocação do coletor no ponto mais baixo, reduz, drasticamente, o potencial da água se infiltrar no solo.
[28] não há, ou quase não há, desnível entre faixa de rodagem e espaço para peões
[29] Na mesma memória descritiva é referido que o sistema de circulação na zona foi recentemente reestruturado pela CMP e que veio a permitir dois sentidos de circulação automóvel no *Largo* em questão. Facto que considera ter acrescentado ainda mais pressão viária.
[30] A calçada com cubos de granito – com junta seca – não cumpre com o requisito descrito no n.º 4 da secção 4.7.1. do Decreto-Lei n.º 163/2006, *"Os pisos e os seus revestimentos devem ter uma superfície: (…) Contínua – não possui juntas com uma profundidade superior a 0.005 m"*
[31] Ainda pendente de coordenação com serviços de ambiente da CMP
[32] Os autores definem a espécie como: *Prunus Cerasifera var. pissardii* – ameixoeira de jardim. Usei uma nomenclatura, que me pareceu mais completa, usada em Moreira, M. J. (2008). *Árvores e Arbustos em Portugal*. Argumentum.
[33] Existem dois postos de transformação e uma sub-estação.
[34] Com ramos erectos, mais ou menos aproximados. Humphries, C. J., Press, J. R., Sutton, D. A., Garrard, I., Hayward, T., & More, D. (2005). *Árvores de Portugal e Europa* (L. G. Pereira, J. Pissarra, R. A. d. Silva, & F. Tavares, Trans.; 2 ed.). FAPAS, Fundo para a Protecção dos Animais Selvagens e Planeta de Árvores. (Country life Guide to Trees of Britain and Europe)
[35] O projecto de execução e a alternativa 1 prevêem 10 árvores, pelo que o aumento de 50% corresponde a 5 árvores adicionais.
[36] *'Soil Cells'*
[37] https://greenblue.com/gb/products/arborsystem/
[38] https://greenblue.com/gb/products/arborflow/
[39] https://citygreen.com/stormwater-management/strataflow/
[40] O ENVI-met, no programa *Albero* distingue o tipo de folhas entre *deciduous* e *conifer* (folha caduca ou conífera), provavelmente referindo-se a folha caduca e perene.
[41] *iphone SE*
[42] Desenvolvido por Thomas Leeuw e Emmanuel Boss. Ver: https://apps.apple.com/us/app/albedo-a-reflectance-app/id989649641
[43] O ENVI-met usa o termo *force* em referência à imposição na simulação desses valores. No caso de não *forçar*, o simulador assumirá valores padrão. No caso da radiação, estes valores podem ainda ser substituídos por valores de cobertura de nuvens que o IPMA também não disponibilizou para esta estação.
[44] Com licença científica e educacional em nome da FEUP
[45] Era intenção incluir também como caso de estudo a intervenção do programa *Rua Direita* nesta rua do Porto. Devido ao imenso tempo que seria necessário para o ENVI-met fazer as simulações, decidimos excluir esse caso de estudo. Infelizmente, só durante o processo de aprendizagem que foi necessário para trabalhar com o programa é que nos apercebemos do que envolvia.

4
CONCLUSÃO

4.1. TRÊS CONCLUSÕES

Na comparação entre os cenários do projecto de execução e o alternativo 1, é clara a vantagem térmica durante o dia das árvores mais altas e com IAF maior face às mais baixas e com IAF menor, registando-se diferenças fortes de até 12.93 K (Fig. 41 a) em arrefecimento extra. Quanto à situação nocturna, os resultados são pouco ou nada representativos, mas parecem favorecer o recurso a árvores mais baixas e de menor IAF, o que poderá estar relacionado com a variação do FVC (Fig. 24) e do ritmo de dissipação de calor para a atmosfera.

Os resultados inesperados junto à ramada (Fig. 40 c, Fig. 41 b-c, Fig. 43 c, Fig. 44 b-c) parecem sugerir dever-se à forma como esta foi modelada em 3D, uma vez que foi feita como se de um edifício se tratasse mas com paredes de ar. Com recurso a simulações adicionais, poderemos concluir se assim o é com mais segurança, o que poderá confirmar a identificação de uma limitação do actual ENVI-met.

Os resultados globais do cenário alternativo 2, em relação ao projecto de execução e à alternativa 1, são cientificamente pouco conclusivos, uma vez que, devido à variação da disposição das árvores, é difícil comparar, isolada e objectivamente, os seus impactos. No entanto, serve para uma avaliação projectual, do ponto de vista da Câmara. De facto, é claro o seu maior impacto comparativo nas Fig. 39 e Fig. 40.

4.2. SALVAGUARDAS

- O modelo não foi validado (3.3.3.);
- Não foi possível incluir nos dados meteorológicos para a configuração das simulações dados relativos à radiação de onda-curta directa e difusa e de onda-longa.
- Não foi possível *correr* simulações mais longas – 15 dias – como era nossa intenção.
- Não foi possível *correr* as simulações relativas ao segundo caso de estudo – na Rua das Doze Casas.
- Não foi possível incluir nos modelos mais detalhe na envolvente, como tipos de solo, vegetação e árvores (anexos A3, A4, A5 e A6).

4.3. APLICAÇÃO PRÁTICA

Em primeiro lugar, este estudo contribui para a crescente literatura na aplicação do recurso ao ENVI-met e distingue-se, na região em que tem lugar, por estar relacionado com uma Câmara e com um seu projecto que está, no presente, em curso. Foi possível, por isso, não só testar e demonstrar a ferramenta ENVI-met num cenário real, mas também incluir boa parte da complexidade envolvida numa

intervenção de obra pública que, muitas vezes, não é tida em conta em estudos académicos. Contribui, assim também, para a construção de *pontes* entre a academia e os decisores no terreno.

Em relação à operabilidade do programa ENVI-met, apesar de vários estudos referirem limitações computacionais, poucos quantificam essas limitações. Por exemplo, para cada simulação foram precisos cerca de dois dias e meio e a informação produzida, também de cada simulação, é de cerca de 20 gigabytes. O tempo envolvido nas simulações, assim como a quantidade de dados produzidos nas simulações, é muito maior do que estava à espera, a informação necessária para a correcta configuração também pode, facilmente, ser um desafio, o processo de configuração, manipulação e navegação do modelo é ainda pouco *userfriendly*. Daí que se justifique termos excluído o segundo caso de estudo e limitado os cenários a simular. No entanto, através de videos tutoriais *online* e alguma preserverança, é possível ambietarmo-nos, com alguma celeridade, ao programa.

Tendo em conta que, de acordo com os documento que tive acesso, a *Prunus cerasifera* cv. "Pissardii" indicada é apenas uma proposta de partida, este estudo poderá servir à Câmara de suporte para adoptar a espécie *Fagus sylvatica* cv. "Dawyck Purple" no presente projecto de execução. Embora a adaptação do projecto de execução envolva bem mais alterações, este estudo também demonstra ser possível aumentar o número de árvores – alternativa 2 (Fig. 23) – e, com isso, conseguir um efeito de arrefecimento maior (Fig. 39) sem pôr em causa as acessibilidades e a iluminação pública (anexos A17, A18 e A19) e com a redução de apenas um lugar de estacionamento (Quadro 1).

A comparação entre o cenário do projecto de execução e o alternativo 1 parece confirmar as conclusões de Milošević et al. (2017) de que copas mais cilíndricas, quando comparadas com esféricas ou cónicas, são mais eficazes na mitigação do stress térmico.

Da interacção com a Câmara e da consequente investigação sobre os conflictos entre as raízes, as tubagens subterrâneas e a necessidade de compactação do solo para assegurar a estabilidade do construido, este estudo procurou integrar a componente subterrânea na problemática da aplicação de vegetação em meio urbano como forma de mitigação da ICU e sugere alguns caminhos na sua conciliação.

Ainda da interacção com a Câmara foram também identificadas algumas condicionantes projectuais que devem ser tidas em conta. É o caso de:

- iluminação pública – a sua eficiência energética também depende da disposição das luminárias nos arruamentos; minimizar potenciais danos e actos de vandalismo; evitar obstruções da vegetação à dispersão de luz; facilidade de manutenção.
- RSU – ter em conta como é que estes equipamentos são esvaziados e servidos, nomeadamente ao nível das desobstruções necessárias.

4.4. ESTUDOS FUTUROS

- Testar diferentes valores de DAF em árvores. Qual se aproxima mais do real?
- Simulações mais longas – 15 dias – e com mais detalhe – células de 1 m de lado e mais variação nos materiais nas fachadas. Vale a pena recorrer a modelos mais complexos?
- Simular a ramada como uma parede simples horizontal, sem vegetação. A forma de modelação como um edifício é a causa dos resultados inesperados?
- Definir pontos de referência – talvez ao longo de um percurso – para comparar mais objectivamente as diferenças no arruamento. É possível isolar os dados relativos, apenas, ao arruamento e ignorar o espaço envolvente?

- Comparar simulações com dados meteorológicos do Porto/Pedras Rubras e com os do Porto/Serra do Pilar. Qual consegue melhor validação?
- Comparar simulações com diferenciação de materiais no edificado – como feito neste estudo – e sem diferenciação – usando o material ENVI-met *default*.
- Medir albedo dos materiais levantados através de métodos alternativos. A variação é significativa?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akbari, H. (2009). Cooling our communities. A guidebook on tree planting and light-colored surfacing.

Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2006, 2006/02/01/). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment, 41*(2), 94-108. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.01.013

Andreou, E. (2013, 2013/07/01/). Thermal comfort in outdoor spaces and urban canyon microclimate. *Renewable Energy, 55*, 182-188. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.12.040

Anthes, R. A., & Warner, T. T. (1978). Development of hydrodynamic models suitable for air pollution and other mesometerological studies. *Monthly Weather Review, 106*(8), 1045-1078.

Arias, P. A., N. Bellouin, E. Coppola, R.G. Jones, G. Krinner, J. Marotzke, V. Naik, M.D. Palmer, G.-K. Plattner, J. Rogelj,, M. Rojas, J. S., T. Storelvmo, P.W. Thorne, B. Trewin, K. Achuta Rao, B. Adhikary, R.P. Allan, K. Armour, G. Bala,, R. Barimalala, S. B., J.G. Canadell, C. Cassou, A. Cherchi, W. Collins, W.D. Collins, S.L. Connors, S. Corti, F. Cruz,, F.J. Dentener, C. D., A. Di Luca, A. Diongue Niang, F.J. Doblas-Reyes, A. Dosio, H. Douville, F. Engelbrecht,, V. Eyring, E. F., P. Forster, B. Fox-Kemper, J.S. Fuglestvedt, J.C. Fyfe, N.P. Gillett, L. Goldfarb, I. Gorodetskaya,, J.M. Gutierrez, R. H., E. Hawkins, H.T. Hewitt, P. Hope, A.S. Islam, C. Jones, D.S. Kaufman, R.E. Kopp, Y. Kosaka,, J. Kossin, S. K., J.-Y. Lee, J. Li, T. Mauritsen, T.K. Maycock, M. Meinshausen, S.-K. Min, P.M.S. Monteiro,, T. Ngo-Duc, F. O., I. Pinto, A. Pirani, K. Raghavan, R. Ranasinghe, A.C. Ruane, L. Ruiz, J.-B. Sallée, B.H. Samset,, S. Sathyendranath, S. I. S., A.A. Sörensson, S. Szopa, I. Takayabu, A.-M. Tréguier, B. van den Hurk, R. Vautard,, & K. von Schuckmann, S. Z., X. Zhang, K. Zickfeld. (2021). Technical summary. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, & M. I. G. L. Goldfarb, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou (Eds.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 33-144). Cambridge University Press.

Balany, F., Ng, A. W., Muttil, N., Muthukumaran, S., & Wong, M. S. (2020). Green infrastructure as an urban heat island mitigation strategy—a review. *Water, 12*(12), 3577.

Barlow, J. F., Halios, C. H., Lane, S. E., & Wood, C. R. (2015, 2015/04/01). Observations of urban boundary layer structure during a strong urban heat island event. *Environmental Fluid Mechanics, 15*(2), 373-398. https://doi.org/10.1007/s10652-014-9335-6

Bartos, M., Chester, M., Johnson, N., Gorman, B., Eisenberg, D., Linkov, I., & Bates, M. (2016). Impacts of rising air temperatures on electric transmission ampacity and peak electricity load in the United States. *Environmental Research Letters, 11*(11), 114008.

Berardi, U. (2016, 2016/06/01/). The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits. *Energy and Buildings, 121*, 217-229. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.021

Bianco, L., Serra, V., Larcher, F., & Perino, M. (2017, 2017/06/01). Thermal behaviour assessment of a novel vertical greenery module system: first results of a long-term monitoring campaign in an outdoor test cell. *Energy Efficiency, 10*(3), 625-638. https://doi.org/10.1007/s12053-016-9473-4

Brown, R. D., & Gillespie, T. J. (1995). *Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency* (Vol. 1). Wiley New York.

Brunekreef, B., & Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *The lancet, 360*(9341), 1233-1242.

Bruse, M. (2021a, 09.11.2021). *V5 Tutorial: Python* [video]. Canal Youtube da ENVI-MET Company. https://youtu.be/K6XkP_9NJ6Y

Bruse, M. (2021b, 22.11.2021). *V5 Tutorial: Vegetation Model* [video]. Canal YouTube da ENVI-MET Company. https://youtu.be/KGRLnXAXZds

Bruse, M., & Fleer, H. (1998, 1998/10/01/). Simulating surface–plant–air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environmental Modelling & Software, 13*(3), 373-384. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1364-8152(98)00042-5

Brysse, K., Oreskes, N., O'Reilly, J., & Oppenheimer, M. (2013). Climate change prediction: Erring on the side of least drama? *Global Environmental Change, 23*(1), 327-337.

Chandramowli, S. N., & Felder, F. A. (2014). Impact of climate change on electricity systems and markets–a review of models and forecasts. *Sustainable Energy Technologies and Assessments, 5*, 62-74.

Charalampopoulos, I., Tsiros, I., Chronopoulou-Sereli, A., & Matzarakis, A. (2013, 2013/06/01). Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece. *Urban Ecosystems, 16*(2), 217-233. https://doi.org/10.1007/s11252-012-0252-5

Chatzidimitriou, A., & Yannas, S. (2015, 2015/12/01/). Microclimate development in open urban spaces: The influence of form and materials. *Energy and Buildings, 108*, 156-174. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.048

Chen, F., & Dudhia, J. (2001). Coupling an advanced land surface–hydrology model with the Penn State–NCAR MM5 modeling system. Part I: Model implementation and sensitivity. *Monthly Weather Review, 129*(4), 569-585.

Cheung, P. K., & Jim, C. Y. (2018, 2018/02/15/). Comparing the cooling effects of a tree and a concrete shelter using PET and UTCI. *Building and Environment, 130*, 49-61. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.013

Chow, W. T. L., Chuang, W.-C., & Gober, P. (2012, 2012/05/01). Vulnerability to Extreme Heat in Metropolitan Phoenix: Spatial, Temporal, and Demographic Dimensions. *The Professional Geographer, 64*(2), 286-302. https://doi.org/10.1080/00330124.2011.600225

ClimAdaPT.Local. (2015). *Portal do ClimaAdaPT.Local*. Retrieved 01.04.2022 from https://arquivo.pt/wayback/20181116014338/http://climadapt-local.pt/#

Clinton, N., & Gong, P. (2013). MODIS detected surface urban heat islands and sinks: Global locations and controls. *Remote sensing of environment, 134*, 294-304.

CMP. (2015). *Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Porto* (1ª Atualização - Novembro de 2015 ed.). Câmara Municipal do Porto.

CMP. (2016). *Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas*. Câmara Municipal do Porto. https://ambiente.cm-porto.pt/files/uploads/cms/1613123260-yGpy4093dh.pdf

CMP. (2018a). *Relatório de Caracterização e Diagnóstico - Suporte Biofísico e Ambiente - Clima e Ambiente Urbano*. Câmara Municipal do Porto. https://pdm.cm-porto.pt/documentacao/

CMP. (2018b). *Relatório de Caracterização e Diagnóstico - Suporte Biofísico e Ambiente - Estrutura Ecológica e Biodiversidade*. Câmara Municipal do Porto. https://pdm.cm-porto.pt/documentacao/

CMP. (2021). *Plano Diretor Municipal - Relatório*. Câmara Municipal do Porto. https://pdm.cm-porto.pt/documentacao/

CMP. (2022a). *Portal da Câmara Municipal do Porto*. Retrieved 27.03.2022 from https://www.cm-porto.pt/estrutura-organica

CMP. (2022b). *Portal da Câmara Municipal do Porto*. Retrieved 28.03.2022 from https://www.cm-porto.pt/assembleia-municipal/composicao

CMP. (2022c). *Portal da Câmara Municipal do Porto*. Retrieved 27.03.2022 from https://www.cm-porto.pt/executivo

CMP. (s.d.-a). *Portal da Câmara Municipal do Porto*. Retrieved 03.04.2022 from https://pdm.cm-porto.pt

Coates, J., Mar, K. A., Ojha, N., & Butler, T. M. (2016). The influence of temperature on ozone production under varying NOx conditions – a modelling study. *Atmos. Chem. Phys.*, *16*(18), 11601-11615. https://doi.org/10.5194/acp-16-11601-2016

Código Regulamentar do Município do Porto, (2022). https://crmp.cm-porto.pt/apex/f?p=1501:5:115590247833953::NO::F100_ID_MENU:4581

Dandy, N. (2010). The social and cultural values, and governance, of street trees. *Forestry Commission: Surrey, UK*, 39.

Daycock, C., Jardins, R., & Fennel, S. (2004). Generation cost forecasting using on-line thermodynamic models. *Electric Power*, 5-7.

DGT. (2021). *Portal da Direção-Geral do Território*. Retrieved 15.02.2022 from https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-tematica/caop

Dirks, J. A., Gorrissen, W. J., Hathaway, J. H., Skorski, D. C., Scott, M. J., Pulsipher, T. C., Huang, M., Liu, Y., & Rice, J. S. (2015). Impacts of climate change on energy consumption and peak demand in buildings: A detailed regional approach. *Energy*, *79*, 20-32.

EC. (2022, 28.04.2022). *Portal da Comissão Europeia*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/IP_22_2591

ENVI-met. (2019a, 17.10.2019). *ENVI_MET Unfolded Part 3: Building Walls* [video]. Canal Youtube da ENVI-MET Company. https://youtu.be/8gsv2MLoMy0

ENVI-met. (2019b, 12.11.2019). *ENVI_MET Unfolded Part 4: Soils and Profiles* [video]. Canal YouTube da ENVI-MET Company. https://youtu.be/ZVtqDRMOVns

ENVI-met. (2022a). *Portal da ENVI-met GmbH*. Retrieved 15.06.2022 from https://www.envi-met.com/pt-pt/world-tour/

ENVI-met. (2022b, 01.11.2021). *Portal da ENVI-met GmbH*. Retrieved 15.06.2022 from https://www.envi-met.com/pt-pt/new-envi-met-v-5-is-available-today/

Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2011, 2011/08/01/). Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental pollution, 159*(8), 2078-2087. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.01.010

Eurostat/GISCO. (s. d., 2021). *Portal do Eurostat - Comissão Europeia*. Retrieved 12.06.2022 from https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/nuts

Fan, H., & Sailor, D. J. (2005). Modeling the impacts of anthropogenic heating on the urban climate of Philadelphia: a comparison of implementations in two PBL schemes. *Atmospheric Environment, 39*(1), 73-84.

Fernandes, C. O., da Silva, I. M., Teixeira, C. P., & Costa, L. (2019). Between tree lovers and tree haters. Drivers of public perception regarding street trees and its implications on the urban green infrastructure planning. *Urban Forestry & Urban Greening, 37*, 97-108.

Fouillet, A., Rey, G., Wagner, V., Laaidi, K., Empereur-Bissonnet, P., Le Tertre, A., Frayssinet, P., Bessemoulin, P., Laurent, F., De Crouy-Chanel, P., Jougla, E., & Hémon, D. (2008). Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *International Journal of Epidemiology, 37*(2), 309-317. https://doi.org/10.1093/ije/dym253

Fu, X., Yao, L., Xu, W., Wang, Y., & Sun, S. (2022, 2022/07/01/). Exploring the multitemporal surface urban heat island effect and its driving relation in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. *Applied Geography, 144*, 102714. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102714

Gabriel, K. M. A., & Endlicher, W. R. (2011, Aug-Sep). Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environmental pollution, 159*(8-9), 2044-2050. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.01.016

Gasparrini, A., Armstrong, B., Kovats, S., & Wilkinson, P. (2012). The effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales. *Occupational and Environmental Medicine, 69*(1), 56-61. https://doi.org/10.1136/oem.2010.059782

GitHub. (2022). *AntonelloDN / Envimet-inx*. Retrieved 16.06.2022 from https://github.com/AntonelloDN/Envimet-inx

GO-Porto. (2022). *Portal da Gestão e Obras do Porto*. Retrieved 10.04.2022 from https://www.goporto.pt

Gouveia, J. P., Seixas, J., & Long, G. (2018, 2018/03/20/). Mining households' energy data to disclose fuel poverty: Lessons for Southern Europe. *Journal of Cleaner Production, 178*, 534-550. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.021

GreenBlue. (s.d.). Analysing Soil Under Pavement for Urban Tree Growth - Soil Cells vs Structural Soil. Retrieved 20.06.2022, from https://greenblue.com/wp-content/uploads/2017/08/Soil-Cells-vs-Structural-Soil-Analyzing-Soil-Under-Pavement.pdf

Harlan, S. L., Brazel, A. J., Jenerette, G. D., Jones, N. S., Larsen, L., Prashad, L., & Stefanov, W. L. (2008). In the shade of affluence: The inequitable distribution of the urban heat island. *Equity and the Environment*, *15*, 173-202. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-36549019693&partnerID=40&md5=28965873daa307b1ccbb975bedecaa6b

Harlan, S. L., & Ruddell, D. M. (2011, 2011/05/01/). Climate change and health in cities: impacts of heat and air pollution and potential co-benefits from mitigation and adaptation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *3*(3), 126-134. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.01.001

Heisler, G. M., Grimmond, S., Grant, R., & Souch, C. (1994). Investigation of the lnf luence of Chicago's Urban Forests on Wind and Air Temperature Within Residential Neighborhoods. *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*, 19.

Hilbert, D. R., North, E. A., Hauer, R. J., Koeser, A. K., McLean, D. C., Northrop, R. J., Andreu, M., & Parbs, S. (2020). Predicting trunk flare diameter to prevent tree damage to infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, *49*, 126645.

Höppe, P. (1999, 1999/10/01). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International journal of biometeorology*, *43*(2), 71-75. https://doi.org/10.1007/s004840050118

Hu, T., Hu, Y. N., Qi, K., & Ieee. (2019, Jul 28-Aug 02). DYNAMIC EVOLUTION OF SURFACE URBAN HEAT ISLAND IN BEIJING.*IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing IGARSS* [2019 ieee international geoscience and remote sensing symposium (igarss 2019)]. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Yokohama, JAPAN.

Humphries, C. J., Press, J. R., Sutton, D. A., Garrard, I., Hayward, T., & More, D. (2005). *Árvores de Portugal e Europa* (L. G. Pereira, J. Pissarra, R. A. d. Silva, & F. Tavares, Trans.; 2 ed.). FAPAS, Fundo para a Protecção dos Animais Selvagens e Planeta de Árvores. (Country life Guide to Trees of Britain and Europe)

Huttner, S. (2012). *Further development and application of the 3D microclimate simulation ENVI-met* Mainz, Univ., Diss., 2012].

Huttner, S., & Bruse, M. (2009). Numerical modeling of the urban climate–a preview on ENVI-met 4.0. 7th international conference on urban climate ICUC-7, Yokohama, Japan,

Imhoff, M. L., Zhang, P., Wolfe, R. E., & Bounoua, L. (2010). Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. *Remote sensing of environment*, *114*(3), 504-513.

INE. (s.d.). *Portal do Instituto Nacional de Estatística*. Retrieved 26.03.2022 from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main

IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L., C. P. Connors, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K., & T. W. Maycock, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou (Eds.),

Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 3-32). Cambridge Univesity Press.

IPMA. (2022a). Maio 2022. *Boletim Climático Portugal Continental*. https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20220608/doEOrQOHPDDWhISEKCGO/cli_20220501_20220531_pcl_mm_co_pt.pdf

IPMA. (2022b). *Portal do Instituto Português do Mar e da Atmosfera*. Retrieved 16.02.2022 from https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/

Jamei, E., Rajagopalan, P., Seyedmahmoudian, M., & Jamei, Y. (2016, 2016/02/01/). Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54*, 1002-1017. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104

Johansson, E. (2006, 2006/10/01/). Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. *Building and Environment, 41*(10), 1326-1338. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.022

Johansson, E., & Emmanuel, R. (2006, 2006/11/01). The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. *International journal of biometeorology, 51*(2), 119-133. https://doi.org/10.1007/s00484-006-0047-6

Johnson, H., Kovats, R. S., McGregor, G., Stedman, J., Gibbs, M., Walton, H., Cook, L., & Black, E. (2005). The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England. *Health Statistics Quarterly*(25), 6-11.

Jura, J., Trnka, P., & Novak, M. (2019). Empirical Identification of Surface Parameters Affecting the Microclimate. 2019 Smart City Symposium Prague (SCSP),

Kakon, A. N., Mishima, N., & Kojima, S. (2009, 2009/11/05). Simulation of the urban thermal comfort in a high density tropical city: Analysis of the proposed urban construction rules for Dhaka, Bangladesh. *Building Simulation, 2*(4), 291. https://doi.org/10.1007/s12273-009-9321-y

Kántor, N., Chen, L., & Gál, C. V. (2018, 2018/02/01/). Human-biometeorological significance of shading in urban public spaces—Summertime measurements in Pécs, Hungary. *Landscape and urban planning, 170*, 241-255. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.030

Kato, M. (1993). The modelling of turbulent flow around stationary and vibrating square cylinders. *Turbulent Shear Flow, 1*, 10.14. 11-10.14. 16.

Kondo, H., Genchi, Y., Kikegawa, Y., Ohashi, Y., Yoshikado, H., & Komiyama, H. (2005). Development of a multi-layer urban canopy model for the analysis of energy consumption in a big city: Structure of the urban canopy model and its basic performance. *Boundary-layer meteorology, 116*(3), 395-421.

Kong, L., Lau, K. K.-L., Yuan, C., Chen, Y., Xu, Y., Ren, C., & Ng, E. (2017, 2017/05/01/). Regulation of outdoor thermal comfort by trees in Hong Kong. *Sustainable Cities and Society, 31*, 12-25. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.01.018

Kovats, R. S., Hajat, S., & Wilkinson, P. (2004). Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. *Occupational and Environmental Medicine*, *61*(11), 893-898. https://doi.org/10.1136/oem.2003.012047

Krayenhoff, E. S., Jiang, T., Christen, A., Martilli, A., Oke, T. R., Bailey, B. N., Nazarian, N., Voogt, J. A., Giometto, M. G., & Stastny, A. (2020). A multi-layer urban canopy meteorological model with trees (BEP-Tree): Street tree impacts on pedestrian-level climate. *Urban Climate*, *32*, 100590.

Kusaka, H., Kondo, H., Kikegawa, Y., & Kimura, F. (2001). A simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: Comparison with multi-layer and slab models. *Boundary-layer meteorology*, *101*(3), 329-358.

Lai, D., Liu, W., Gan, T., Liu, K., & Chen, Q. (2019). A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces. *Science of the Total Environment*, *661*, 337-353.

Leal Filho, W., Icaza, L. E., Neht, A., Klavins, M., & Morgan, E. A. (2018). Coping with the impacts of urban heat islands. A literature based study on understanding urban heat vulnerability and the need for resilience in cities in a global climate change context. *Journal of Cleaner Production*, *171*, 1140-1149.

Lee, H., Mayer, H., & Chen, L. (2016, 2016/04/01/). Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany. *Landscape and urban planning*, *148*, 37-50. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.004

Lei n.º 75/2013 de 12 Setembro da Assembleia da República, § Diário da República : I Série (2013). https://data.dre.pt/eli/lei/75/2013/p/cons/20201104/pt/html

Liao, W., Liu, X., Li, D., Luo, M., Wang, D., Wang, S., Baldwin, J., Lin, L., Li, X., & Feng, K. (2018). Stronger contributions of urbanization to heat wave trends in wet climates. *Geophysical Research Letters*, *45*(20), 11,310-311,317.

Lin, B., Li, X., Zhu, Y., & Qin, Y. (2008, 2008/10/01/). Numerical simulation studies of the different vegetation patterns' effects on outdoor pedestrian thermal comfort. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, *96*(10), 1707-1718. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jweia.2008.02.006

Lin, Y., & West, G. (2016). Retrieval of effective leaf area index (LAIe) and leaf area density (LAD) profile at individual tree level using high density multi-return airborne LiDAR. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *50*, 150-158.

Lindenmayer, A., & Prusinkiewicz, P. (1990). *The algorithmic beauty of plants* (Vol. 1). New York: Springer-Verlag.

Luo, Z., & Asproudi, C. (2015, 2015/11/05/). Subsurface urban heat island and its effects on horizontal ground-source heat pump potential under climate change. *Applied Thermal Engineering*, *90*, 530-537. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.07.025

Manoli, G., Fatichi, S., Schläpfer, M., Yu, K., Crowther, T. W., Meili, N., Burlando, P., Katul, G. G., & Bou-Zeid, E. (2019). Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. *Nature, 573*(7772), 55-60.

Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International journal of biometeorology, 43*(2), 76-84.

Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, W., Raper, S. C., Frieler, K., Knutti, R., Frame, D. J., & Allen, M. R. (2009). Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 C. *Nature, 458*(7242), 1158-1162.

Mellor, G. L., & Yamada, T. (1982). Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. *Reviews of Geophysics, 20*(4), 851-875.

Milošević, D. D., Bajšanski, I. V., & Savić, S. M. (2017, 2017/04/01/). Influence of changing trees locations on thermal comfort on street parking lot and footways. *Urban Forestry & Urban Greening, 23*, 113-124. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.011

Mirzaei, P. A., & Haghighat, F. (2010, 2010/10/01/). Approaches to study Urban Heat Island – Abilities and limitations. *Building and Environment, 45*(10), 2192-2201. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.001

Montalvo, A. M. R. (2021). *Os Nivéis de Governo dos Países da Europa*. Edições Almedina.

Montazeri, H., Toparlar, Y., Blocken, B., & Hensen, J. L. M. (2017, Mar). Simulating the cooling effects of water spray systems in urban landscapes: A computational fluid dynamics study in Rotterdam, The Netherlands. *Landscape and urban planning, 159*, 85-100. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.001

Monteiro, A., Carvalho, V., Oliveira, T., & Sousa, C. (2013). Excess mortality and morbidity during the July 2006 heat wave in Porto, Portugal. *International journal of biometeorology, 57*(1), 155-167.

Morakinyo, T. E., Dahanayake, K. W. D. K. C., Adegun, O. B., & Balogun, A. A. (2016, 2016/10/15/). Modelling the effect of tree-shading on summer indoor and outdoor thermal condition of two similar buildings in a Nigerian university. *Energy and Buildings, 130*, 721-732. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.087

Morakinyo, T. E., & Lam, Y. F. (2016). Simulation study on the impact of tree-configuration, planting pattern and wind condition on street-canyon's micro-climate and thermal comfort. *Building and Environment, 103*, 262-275.

Moreira, A. C. C. (2021). *Projeto de Execução de Arquitetura - Memória Descritiva e Justificativa - Ref.: 048APE10MD01-00* (A. CMCF & DAJ, Eds.)

Moreira, M. J. (2008). *Árvores e Arbustos em Portugal*. Argumentum.

Mullaney, J., Lucke, T., & Trueman, S. J. (2015, 2015/02/01/). A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and urban planning, 134*, 157-166. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013

Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius Loci - Towards a Phenomenology of Architecture*. Rizzoli International Publications, inc.

Oke, T. (1995). The heat island of the urban boundary layer: characteristics, causes and effects. In *Wind climate in cities* (pp. 81-107). Springer.

Oke, T. R. (1973). CITY SIZE AND URBAN HEAT ISLAND. *Atmospheric Environment, 7*(8), 769-779. https://doi.org/10.1016/0004-6981(73)90140-6

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108*(455), 1-24.

Oke, T. R. (2002). *Boundary Layer Climates*. Routledge.

Oke, T. R. (2006, Feb). Towards better scientific communication in urban climate. *Theoretical and Applied Climatology, 84*(1-3), 179-190. https://doi.org/10.1007/s00704-005-0153-0

Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). *Urban Climates*. Cambridge University Press.

Ordóñez-Barona, C., Sabetski, V., Millward, A. A., & Steenberg, J. (2018). De-icing salt contamination reduces urban tree performance in structural soil cells. *Environmental pollution, 234*, 562-571.

Ouldboukhitine, S.-E., Belarbi, R., & Sailor, D. J. (2014, 2014/02/01/). Experimental and numerical investigation of urban street canyons to evaluate the impact of green roof inside and outside buildings. *Applied Energy, 114*, 273-282. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.09.073

Ow, L. F., & Ghosh, S. (2017a). Growth of street trees in urban ecosystems: Structural cells and structural soil. *Journal of Urban Ecology, 3*(1), jux017.

Ow, L. F., & Ghosh, S. (2017b). Urban tree growth and their dependency on infiltration rates in structural soil and structural cells. *Urban Forestry & Urban Greening, 26*, 41-47.

Peng, S., Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Ottle, C., Bréon, F. o.-M., Nan, H., Zhou, L., & Myneni, R. B. (2012). Surface urban heat island across 419 global big cities. *Environmental science & technology, 46*(2), 696-703.

Peres, D. (1962). Origens do Porto. In A. M. Basto (Ed.), *História da Cidade do Porto* (Vol. 1, pp. 13-93). Portucalense Editora.

Perkins, S. E. (2015). A review on the scientific understanding of heatwaves—Their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. *Atmospheric Research, 164*, 242-267.

Pichierri, M., Bonafoni, S., & Biondi, R. (2012, 2012/12/01/). Satellite air temperature estimation for monitoring the canopy layer heat island of Milan. *Remote Sensing of Environment, 127*, 130-138. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.08.025

Pinto, M. C. (2022, 24.03). Porto quer usar linhas de água da cidade para responder às alterações climáticas. *Público*. https://www.publico.pt/2022/03/24/local/noticia/porto-quer-usar-linhas-agua-cidade-responder-alteracoes-climaticas-2000043

PORDATA. (s.d.). *Portal da PORDATA da Fundação Francisco Manuel dos Santos*. Retrieved 16.02.2022 from https://www.pordata.pt/O+que+sao+NUTS

Porto. (s. d.). *Portal Porto.* Retrieved 01.05.2022 from https://www.porto.pt/pt/noticia/porto-entre-as-cidades-que-vao-liderar-a-neutralidade-carbonica-na-europa-ate-2030

Pyrgou, A., Hadjinicolaou, P., & Santamouris, M. (2018). Enhanced near-surface ozone under heatwave conditions in a Mediterranean island. *Scientific Reports, 8*(1), Article 9191. https://doi.org/10.1038/s41598-018-27590-z

Randrup, T. B., McPherson, E. G., & Costello, L. R. (2001). Tree root intrusion in sewer systems: A review of extent and costs. *Journal of Infrastructure Systems 7: 26-31*, *7*, 26-31.

Redon, E., Lemonsu, A., & Masson, V. (2020). An urban trees parameterization for modeling microclimatic variables and thermal comfort conditions at street level with the Town Energy Balance model (TEB-SURFEX v8. 0). *Geoscientific Model Development, 13*(2), 385-399.

Reid, C. E., O'Neill, M. S., Gronlund, C. J., Brines, S. J., Brown, D. G., Diez-Roux, A. V., & Schwartz, J. (2009). Mapping community determinants of heat vulnerability. *Environmental health perspectives, 117*(11), 1730-1736. https://doi.org/10.1289/ehp.0900683

Reid, C. E., Snowden, J. M., Kontgis, C., & Tager, I. B. (2012). The role of ambient ozone in epidemiologic studies of heat-related mortality. *Environmental health perspectives, 120*(12), 1627-1630.

Reisner, J., Rasmussen, R., & Bruintjes, R. (1998). Explicit forecasting of supercooled liquid water in winter storms using the MM5 mesoscale model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 124*(548), 1071-1107.

Rotherham, I. D. (2010, 2010/09/01). THOUGHTS ON THE POLITICS AND ECONOMICS OF URBAN STREET TREES. *Arboricultural Journal*, *33*(2), 69-75. https://doi.org/10.1080/03071375.2010.9747596

Rübbelke, D., & Vögele, S. (2011). Impacts of climate change on European critical infrastructures: the case of the power sector. *Environmental science & policy, 14*(1), 53-63.

Ryu, Y.-H., Baik, J.-J., & Lee, S.-H. (2013, 2013/12/01/). Effects of anthropogenic heat on ozone air quality in a megacity. *Atmospheric Environment, 80*, 20-30. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.07.053

Santamouris, M. (2013). *Energy and climate in the urban built environment*. Routledge.

Santamouris, M. (2014a, May). Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy, 103*, 682-703. https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003

Santamouris, M. (2014b, 2014/10/01/). On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings. *Energy and Buildings, 82*, 100-113. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.022

Santamouris, M. (2015). Regulating the damaged thermostat of the cities—Status, impacts and mitigation challenges. *Energy and Buildings, 91*, 43-56.

Santamouris, M. (2016, 2016/04/01/). Innovating to zero the building sector in Europe: Minimising the energy consumption, eradication of the energy poverty and mitigating the local climate change. *Solar energy*, *128*, 61-94. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.01.021

Santamouris, M. (2020). Recent progress on urban overheating and heat island research. Integrated assessment of the energy, environmental, vulnerability and health impact. Synergies with the global climate change. *Energy and Buildings*, *207*, 109482.

Santamouris, M., Alevizos, S. M., Aslanoglou, L., Mantzios, D., Milonas, P., Sarelli, I., Karatasou, S., Cartalis, K., & Paravantis, J. A. (2014, 2014/02/01/). Freezing the poor—Indoor environmental quality in low and very low income households during the winter period in Athens. *Energy and Buildings*, *70*, 61-70. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.074

Schweighofer, J. A. V., Wehrl, M., Baumgärtel, S., & Rohn, J. (2021). Detecting Groundwater Temperature Shifts of a Subsurface Urban Heat Island in SE Germany. *Water*, *13*(10), 1417. https://www.mdpi.com/2073-4441/13/10/1417

Seneviratne, S. I., Luthi, D., Litschi, M., & Schar, C. (2006, Sep). Land-atmosphere coupling and climate change in Europe. *Nature*, *443*(7108), 205-209. https://doi.org/10.1038/nature05095

Shahidan, M. F., Shariff, M. K. M., Jones, P., Salleh, E., & Abdullah, A. M. (2010, 2010/09/15/). A comparison of Mesua ferrea L. and Hura crepitans L. for shade creation and radiation modification in improving thermal comfort. *Landscape and urban planning*, *97*(3), 168-181. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.008

Shashua-Bar, L., Tsiros, I. X., & Hoffman, M. (2012, 2012/11/01/). Passive cooling design options to ameliorate thermal comfort in urban streets of a Mediterranean climate (Athens) under hot summer conditions. *Building and Environment*, *57*, 110-119. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.04.019

Simon, H. (2021, 15.11.2021). *V5 Tutorial: Indexed View Sphere* [video]. Canal YouTube da ENVI-MET Company. https://youtu.be/vLdCnZbDRAA

Solcerova, A., van de Ven, F., Wang, M. Y., Rijsdijk, M., & van de Giesen, N. (2017, Jan). Do green roofs cool the air? *Building and Environment*, *111*, 249-255. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.021

Sousa, M. C. (2021). *Projeto de Execução de Arquitetura Paisagista - Memória Descritiva e Justificativa - Ref.: 0428APE11MD01-00* (A. CMCF & DAJ, Eds.)

Stafoggia, M., Forastiere, F., Agostini, D., Biggeri, A., Bisanti, L., Cadum, E., Caranci, N., de'Donato, F., De Lisio, S., De Maria, M., Michelozzi, P., Miglio, R., Pandolfi, P., Picciotto, S., Rognoni, M., Russo, A., Scarnato, C., & Perucci, C. A. (2006). Vulnerability to Heat-Related Mortality: A Multicity, Population-Based, Case-Crossover Analysis. *Epidemiology*, *17*(3), 315-323. https://doi.org/10.1097/01.ede.0000208477.36665.34

Stewart, I. D. (2011, Feb). A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. *International Journal of Climatology*, *31*(2), 200-217. https://doi.org/10.1002/joc.2141

Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *93*(12), 1879-1900.

Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Alexander, L. V., Allen, S. K., Bindoff, N. L., Bréon, F.-M., Church, J. A., Cubasch, U., & Emori, S. (2013). Technical summary. In *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 33-115). Cambridge University Press.

Sun, R., & Chen, L. (2012, 2012/03/30/). How can urban water bodies be designed for climate adaptation? *Landscape and urban planning, 105*(1), 27-33. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.018

Sun, R. H., Wang, Y. N., & Chen, L. D. (2018, Jan). A distributed model for quantifying temporal-spatial patterns of anthropogenic heat based on energy consumption. *Journal of Cleaner Production, 170*, 601-609. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.153

Swamy, G., Nagendra, S. S., & Schlink, U. (2017). Urban heat island (UHI) influence on secondary pollutant formation in a tropical humid environment. *Journal of the Air & Waste Management Association, 67*(10), 1080-1091.

Taleghani, M., Sailor, D. J., Tenpierik, M., & van den Dobbelsteen, A. (2014, 2014/03/01/). Thermal assessment of heat mitigation strategies: The case of Portland State University, Oregon, USA. *Building and Environment, 73*, 138-150. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.12.006

Teshnehdel, S., Akbari, H., Di Giuseppe, E., & Brown, R. D. (2020). Effect of tree cover and tree species on microclimate and pedestrian comfort in a residential district in Iran. *Building and Environment, 178*, 106899.

Toparlar, Y., Blocken, B., Maiheu, B., & van Heijst, G. J. F. (2017, 2017/12/01/). A review on the CFD analysis of urban microclimate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 80*, 1613-1640. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.248

Trimble. (2022). *Portal do SketchUp*. Retrieved 16.06.2022 from https://www.sketchup.com

Tsoka, S., Tsikaloudaki, A., & Theodosiou, T. (2018). Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications–A review. *Sustainable Cities and Society, 43*, 55-76.

Ulpiani, G. (2021). On the linkage between urban heat island and urban pollution island: Three-decade literature review towards a conceptual framework. *Science of the Total Environment, 751*, 141727.

UN. (2018, 17.04.2018). *Portal das Nações Unidas*. Retrieved 08.06.2022 from https://www.un.org/en/academic-impact/united-nations-projects-increase-worlds-urban-population

UN. (2021, 08.01.2021). *Portal das Nações Unidas*. Retrieved 08.06.2022 from https://www.un.org/en/global-issues/population

Van Rossum, G., & Drake Jr, F. L. (1995). *Python tutorial* (Vol. 620). Centrum voor Wiskunde en Informatica Amsterdam, The Netherlands.

Voogt, J. A., & Oke, T. R. (2003, Aug). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote sensing of environment, 86*(3), 370-384. https://doi.org/10.1016/s0034-4257(03)00079-8

Wang, Y., Bakker, F., de Groot, R., Wörtche, H., & Leemans, R. (2015, 2015/11/07). Effects of urban green infrastructure (UGI) on local outdoor microclimate during the growing season. *Environmental Monitoring and Assessment, 187*(12), 732. https://doi.org/10.1007/s10661-015-4943-2

Wang Y., A. H. (2014). Effect of Sky View Factor on Outdoor Temperature and Comfort in Montreal. *Environmental Engineering Science, 31*(6), 272-287. https://doi.org/10.1089/ees.2013.0430

Ward, K., Lauf, S., Kleinschmit, B., & Endlicher, W. (2016, Nov). Heat waves and urban heat islands in Europe: A review of relevant drivers. *Science of the Total Environment, 569*, 527-539. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.119

Watson, G. W., Hewitt, A. M., Custic, M., & Lo, M. (2014). The Management of Tree Root Systems in Urban and Suburban Settings: A Review of Soil Influence on Root Growth. *Arboriculture & Urban Forestry, 40*(4).

Weber, S., Sadoff, N., Zell, E., & de Sherbinin, A. (2015, 2015/09/01/). Policy-relevant indicators for mapping the vulnerability of urban populations to extreme heat events: A case study of Philadelphia. *Applied Geography, 63*, 231-243. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.07.006

Weng, Q. H., Rajasekar, U., & Hu, X. F. (2011, Oct). Modeling Urban Heat Islands and Their Relationship With Impervious Surface and Vegetation Abundance by Using ASTER Images. *Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 49*(10), 4080-4089. https://doi.org/10.1109/tgrs.2011.2128874

Wong, N. H., & Jusuf, S. K. (2010, 2010/05/01). Study on the microclimate condition along a green pedestrian canyon in Singapore. *Architectural Science Review, 53*(2), 196-212. https://doi.org/10.3763/asre.2009.0029

Wong, P. P. Y., Lai, P. C., Low, C. T., Chen, S., & Hart, M. (2016, Jan). The impact of environmental and human factors on urban heat and microclimate variability. *Building and Environment, 95*, 199-208. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.09.024

Yang, J., & McBride, J. (2003, 2003/06/01). A UNIQUE TECHNIQUE FOR STREET TREE PLANTING IN BEIJING. *Arboricultural Journal, 27*(1), 1-10. https://doi.org/10.1080/03071375.2003.9747358

Yang, Y., Guo, M., Ren, G., Liu, S., Zong, L., Zhang, Y., Zheng, Z., Miao, Y., & Zhang, Y. (2022). Modulation of Wintertime Canopy Urban Heat Island (CUHI) Intensity in Beijing by Synoptic Weather Pattern in Planetary Boundary Layer. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 127*(8), e2021JD035988. https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2021JD035988

Yoshikado, H., & Tsuchida, M. (1996). High levels of winter air pollution under the influence of the urban heat island along the shore of Tokyo Bay. *Journal of Applied Meteorology and Climatology, 35*(10), 1804-1813.

Yu, Z. W., Yang, G. Y., Zuo, S. D., Jorgensen, G., Koga, M., & Vejre, H. (2020, Mar). Critical review on the cooling effect of urban blue-green space: A threshold-size perspective. *Urban Forestry & Urban Greening, 49*, Article 126630. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126630

Zhao, L., Lee, X., Smith, R. B., & Oleson, K. (2014). Strong contributions of local background climate to urban heat islands. *Nature*, *511*(7508), 216-219.

Zheng, S., Zhao, L., & Li, Q. (2016, 2016/08/01/). Numerical simulation of the impact of different vegetation species on the outdoor thermal environment. *Urban Forestry & Urban Greening*, *18*, 138-150. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.05.008

Zhong, T., Zhang, N., & Lv, M. (2021, 2021/11/01/). A numerical study of the urban green roof and cool roof strategies' effects on boundary layer meteorology and ozone air quality in a megacity. *Atmospheric Environment*, *264*, 118702. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118702

Zhou, B., Rybski, D., & Kropp, J. P. (2013). On the statistics of urban heat island intensity. *Geophysical Research Letters*, *40*(20), 5486-5491.

Zhou, D., Zhang, L., Li, D., Huang, D., & Zhu, C. (2016). Climate–vegetation control on the diurnal and seasonal variations of surface urban heat islands in China. *Environmental Research Letters*, *11*(7), 074009.

Zhou, D. C., Bonafoni, S., Zhang, L. X., & Wang, R. H. (2018, Jul). Remote sensing of the urban heat island effect in a highly populated urban agglomeration area in East China. *Science of the Total Environment*, *628-629*, 415-429. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.074

A1

LEVANTAMENTO DE CAMPO – EDIFICADO

PLANTAS DE REFERÊNCIA


m03
m04
m05
m06
m07
m08
m09
m10
m12
m13
m14
m15
0
10
20
30 m
Legenda:
edifícios modelados
outros edifícios
outros muros
muros modelados


39
40
43
44
46
48
49
50
51
54
55
58
60
61
66
65
67
m15
m16
41
42
45
47
52
53
56
57
59
62
63
64
38
68
0
m21
m20
m19
69
67
71
72
73
74
m27
m24
64
68
0
70
m22
m23
m25
m21
m20
m19
77
75
76
0
10
20
30 m
Legenda:
edifícios modelados
outros edifícios
outros muros
muros modelados

A2

LEVANTAMENTO DE CAMPO – EDIFICADO

APONTAMENTOS

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
2	fachada	pedra + **reboco amarelo**	0.86	MARE86	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE86**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
m03	muro	muro de sucalco, sem relevância para uma modelação "plana"									0
m04	muro	**pedra** / altura: 1 m	0.5	MAPE05	0.3					**SWPE05**	0.3
m05	muro	(assumindo α = m04) / altura: 1 m	**0.5**	MAPE05	0.3					**SWPE05**	0.3
m06	muro	**pedra** (pintada de rosa) / altura: 1,95 m	0.29	MAPE29	0.3					**SWPE29**	0.3
m07	muro	(assumindo α = m04) / altura: 1 m	**0.5**	MAPE05	0.3					**SWPE05**	0.3
m08	muro	**pedra** / altura: 1,9 m	0.12	MAPE12	0.3					**SWPE12**	0.3
4	fachada	pedra + **reboco branco**	0.81	MARE81	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE81**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
5	fachada	pedra + 3cm isolamento + **reboco rosa**	0.29	MARE29	0.02	MAIPIP	0.03	MAPE95	0.4	**PIRE29**	0.45
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
m09	portão	**aço** / altura: 2,4 m	0.13	MAAC13	0.003					**SWAC13**	0.003
6	fachada	pedra + **reboco branco**	0.97	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
7	fachada	pedra + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
8	fachada	tijolo + **azulejo bege**	0.54	MAAZ54	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ54**	0.306
	empena	tijolo + **tela asfáltica branca** (assumido α = fachada 6)	**0.97**	MATA95	0.003	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJTA95**	0.303
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
9	fachada	pedra + **reboco cinza**	0.5	MARE50	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE50**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
10	fachada	pedra + **reboco cinza** (assumido α = fachada 9)	**0.5**	MARE50	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE50**	0.42
	telhado	**aço** (assumido α = 0100ST do ENVI-met)	**0.8**	MAAC80	0.001	MAAC80	0.001	MAAC80	0.001	**ACAC80**	0.003
11	fachada	pedra + **reboco cinza** (assumido α = fachada 9)	**0.5**	MARE50	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE50**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
12	fachada	pedra + **reboco amarelo**	0.82	MARE82	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE82**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
13	fachada	tijolo + **azulejo verde**	0.18	MAAZ18	0.006	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PEAZ18**	0.406
	empena	pedra + **reboco cinza**	0.83	MARE83	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE83**	0.42
	base	**Pedra**	0.43	MAPE43	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE43**	0.45

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
14	fachada	tijolo + **reboco cinza**	0.73	MARE73	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE73**	0.42
	empena	pedra + **reboco branco** (assumido α = fachada 6)	**0.97**	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	base	**Pedra** (assumido α = base 13)	**0.43**	MAPE43	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE43**	0.45
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
15	empena	pedra + **reboco branco** (assumido α = fachada 6)	**0.97**	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
m10	muro	**pedra pintada de branco** / altura: 1,82 m	0.29	MAPE29	0.3					**SWPE29**	0.3
	fachada	tijolo + **revestimento terracota**	0.23	MABA23	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJBA23**	0.306
	recuado	tijolo + **reboco cinza**	0.52	MARE52	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE52**	0.32
16	cobertura	betão + 6cm isolamento + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIFCFC**	0.263
	terraço	betão + **tijoleira (azulejo)** (assumido α =pavimento I)	**0.19**	MAAZ19	0.006	MABE95	0.1	MABE95	0.1	**BEAZ19**	0.206
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
17	fachada	pedra + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	base	pedra + **reboco preto**	0.14	MARE14	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE14**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
18	fachada	**pedra pintada de branco**	1	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE95**	0.45
	base	**pedra pintada de preto**	0.16	MAPE16	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE16**	0.45
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
19	fachada	**pedra pintada de branco**	1	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE95**	0.45
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
20	fachada	**pedra pintada de branco**	1	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE95**	0.45
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
21	fachada	tijolo + **reboco branco**	0.91	MARE91	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE91**	0.32
	telhado	**betão** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MABE95	0.07	MABE95	0.07	MABE95	0.07	**BEBE19**	0.21
22	fachada	pedra + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	empena	tijolo + **reboco cinza**	0.32	MARE32	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE32**	0.32
	telhado	**betão** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MABE95	0.07	MABE95	0.07	MABE95	0.07	**BEBE19**	0.21
23	fachada	tijolo + **reboco cinza** (assumido α = empena 22)	0.32	MARE32	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE32**	0.32
	portão	**aço cinza/branco** (assumido α = m09)	**0.13**	MAAC13	0.001	MAAC13	0.001	MAAC13	0.001	**ACAC13**	0.003

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
	telhado	**aço** (assumido α = 0100ST do ENVI-met)	**0.8**	MAAC80	0.001	MAAC80	0.001	MAAC80	0.001	**ACAC80**	0.003
m12	muro	**pedra** / altura: 2,4 m	0.47	MAPE47	0.3					**SWPE47**	0.3
24	portões	aço + 3cm isolamento + **aço escuro**	0.07	MAAC07	0.003	MAIPIP	0.03	MAAC07	0.003	**AIAC07**	0.036
	base	betão + 6cm isolamento + **pedra** (assumido α = m12)	**0.47**	MARE47	0.3	MAIPIP	0.06	MABE95	0.2	**BIPE47**	0.56
	volume	betão + 6cm isolamento + **azulejos castanhos**	0.15	MAAZ15	0.006	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIAZ15**	0.266
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
25	fachadaA	tijolo + **reboco amarelo**	0.7	MARE70	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE70**	0.32
	fachadaB	tijolo + 6cm isolamento + **reboco amarelo**	0.9	MARE90	0.02	MAIPIP	0.06	0100B1	0.3	**TIRE90**	0.38
	empena	tijolo + ar + **aço branco** (assumido α = fachada 6)	**0.97**	MAAC95	0.003	010002.	0.02	0100B1	0.3	**TAAC95**	0.323
	terraço	betão + **tijoleira (azulejo)** (assumido α =pavimento I)	**0.19**	MAAZ19	0.006	MABE95	0.1	MABE95	0.1	**BEAZ19**	0.206
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
26	fachada	pedra + **reboco branco**	0.83	MARE83	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE83**	0.42
	empena	tijolo + **tela asfáltica branca** (assumido α = fachada 13)	**0.83**	MATA83	0.003	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJTA83**	0.303
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
27	fachada	pedra + **reboco cinza**	0.65	MARE65	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE65**	0.42
	empena	tijolo + ar + **aço branco** (assumido α = fachada 6)	**0.97**	MAAC95	0.003	010002.	0.02	0100B1	0.3	**TAAC95**	0.323
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
28	fachada	tijolo + 6cm isolamento + **reboco amarelo**	0.96	MARE95	0.02	MAIPIP	0.06	0100B1	0.3	**TIRE95**	0.38
	base	tijolo + **pedra**	0.2	MAPE20	0.03	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJPE20**	0.33
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
29	fachada	tijolo + **azulejos laranja**	0.5	MAAZ50	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ50**	0.306
	base	tijolo + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE95**	0.32
	recuado	tijolo + **reboco branco** (assumido α = base 29)	**1**	MARE95	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE95**	0.32
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
30	fachada	tijolo + **azulejos laranja** (assumido α = fachada 29)	**0.5**	MAAZ50	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ50**	0.306
	base	tijolo + **reboco branco** (assumido α = fachada 6)	1	MARE95	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE95**	0.32
	empena	tijolo + **reboco branco** (assumido α = base 30)	**1**	MARE95	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE95**	0.32
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
m13	portão	**ferro** / altura: 2,3 m	0.14	MAFE14	0.003					**SWFE14**	0.003
31	fachada	tijolo + **reboco cinza** (assumido α = empena 22)	**0.32**	MARE32	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE32**	0.32

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
	telhado	**aço** (assumido α = 0100ST do ENVI-met)	**0.8**	MAAC80	0.001	MAAC80	0.001	MAAC80	0.001	**ACAC80**	0.003
32	fachada	pedra + **azulejo verde**	0.23	MAAZ23	0.006	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PEAZ23**	0.406
	base	**pedra** (assumido α = base 13)	**0.43**	MAPE43	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE43**	0.45
	empenaO	pedra + **reboco verde** (assumido α = fachada 25)	**0.23**	MARE23	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE23**	0.42
	empenaE	**pedra pintada de branco** (assumido α = m10)	**0.29**	MAPE29	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE29**	0.45
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
33	fachada	tijolo + 6cm isolamento + **reboco amarelo**	0.92	MARE92	0.02	MAIPIP	0.06	0100B1	0.3	**TIRE92**	0.38
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
34	fachada	pedra + **reboco amarelo**	0.91	MARE91	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE91**	0.42
	portão	**ferro verde escuro**	**0.04**	MAFE05	0.001	MAFE05	0.001	MAFE05	0.001	**FEFE05**	0.003
	telhado	betão + **tela asfáltica** (assumido α de 0,10)	**0.1**	MATA10	0.003	MABE95	0.1	MABE95	0.1	**BETA10**	0.203
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
m14	muro	**pedra** / altura: 0,95 m	0.11	MAPE11	0.3					**SWPE11**	0.3
35	fachada	pedra + **reboco rosa**	0.93	MARE93	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE93**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
36	fachada	tijolo + 6cm isolamento + **reboco cinza**	0.48	MARE48	0.02	MAIPIP	0.06	0100B1	0.3	**TIRE48**	0.38
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
37	fachada	tijolo + **reboco verde**	0.97	MARE95	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE95**	0.32
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
38	fachada	pedra + **reboco cinza**	0.49	MARE49	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE49**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
m15	muro	**bloco de betão pintado de branco** / altura: igual à da fachada 38	0.54	MABB54	0.2					**SWBB54**	0.2
39	fachada	tijolo + **reboco rosa**	0.94	MARE94	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE94**	0.32
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
40	fachada	tijolo + **azulejo vermelho**	0.44	MAAZ44	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ44**	0.306
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
	fachada	pedra + **reboco branco**	0.85	MARE85	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE85**	0.42

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
41	base	**Pedra** (assumido α = base 13)	**0.43**	MAPE43	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE43**	0.45
	empena	pedra + ar + **aço** (assumido α = 0100ST do ENVI-met)	**0.8**	MAAC80	0.003	010002.	0.02	MAPE95	0.4	**PAAC80**	0.423
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
42	fachada	tijolo + **reboco amarelo**	0.94	MARE94	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE94**	0.32
	empenaE	tijolo + **reboco amarelo**	0.94	MARE94	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE94**	0.32
	empenaO	tijolo + ar + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	010002.	0.02	0100B1	0.3	**PAAC80**	0.323
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
43	fachada	pedra + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	porta	alumínio + 3cm isolamento + **alumínio cinza**	0.06	MAAL06	0.003	MAIPIP	0.03	MAAL06	0.003	**AIAL06**	0.036
	telhado	alumínio + 6cm isolamento + **alumínio côr de telha** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MAAL50	0.003	MAIPIP	0.06	MAAL50	0.003	**AIAL50**	0.066
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
44	fachada	pedra + **reboco verde**	0.58	MARE58	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE58**	0.42
	porta	alumínio + 3cm isolamento + **alumínio cinza** (assumido α = porta 43)	**0.06**	MAAL06	0.003	MAIPIP	0.03	MAAL06	0.003	**AIAL06**	0.036
	telhado	alumínio + 6cm isolamento + **alumínio côr de telha** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MAAL50	0.003	MAIPIP	0.06	MAAL50	0.003	**AIAL50**	0.066
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
45	fachada	tijolo + **azulejo bege**	0.58	MAAZ58	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ58**	0.306
	empena	tijolo + ar + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	010002.	0.02	0100B1	0.3	**PAAC80**	0.323
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
46	fachada	tijolo + 6cm isolamento + **reboco bege**	0.91	MARE91	0.02	MAIPIP	0.06	0100B1	0.3	**TIRE91**	0.38
	base	tijolo + 6cm isolamento + **azulejo branco**	0.71	MAAZ71	0.006	MAIPIP	0.06	0100B1	0.3	**TIAZ71**	0.366
	telhado	betão + 6cm isolamento + **godo (pedra)** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAPE19	0.02	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIPE19**	0.28
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
47	fachada	tijolo + 6cm isolamento + **reboco bege**	0.96	MARE95	0.02	MAIPIP	0.06	0100B1	0.3	**TIRE95**	0.38
	base	betão + **pedra**	0.44	MAPE44	0.02	MABE95	0.1	MABE95	0.1	**BEPE44**	0.22
	portões	alumínio + 3cm isolamento + **alumínio cinza**	0.31	MAAL31	0.003	MAIPIP	0.03	MAAL31	0.003	**AIAL31**	0.036
	telhado	betão + 6cm isolamento + **godo (pedra)** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAPE19	0.02	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIPE19**	0.28
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
48	fachada	pedra + **revestimento terracota**	0.16	MABA16	0.006	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PEBA16**	0.406
	empena	pedra + **reboco bege**	0.71	MARE71	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE71**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
	fachada	tijolo + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE95**	0.32
	base	tijolo + **pedra**	0.04	MAPE05	0.03	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJPE05**	0.33

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
49	empena	pedra + ar + **aço** (assumido α = 0100ST do ENVI-met)	**0.8**	MAAC80	0.003	010002.	0.02	MAPE95	0.4	**PAAC80**	0.423
	telhado	betão + 6cm isolamento + **godo (pedra)** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAPE19	0.02	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIPE19**	0.28
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
50	fachada	pedra + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã rocha + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIFCFC**	0.073
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
51	fachada	pedra + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã rocha + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIFCFC**	0.073
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
52	fachada	pedra + **reboco branco**	1	MARE95	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE95**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
53	fachada	pedra + **reboco amarelo**	0.8	MARE80	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE80**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
54	fachada	tijolo + **reboco branco**	0.87	MARE87	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE87**	0.32
	empena	pedra + ar + **aço** (assumido α = 0100ST do ENVI-met)	**0.8**	MAAC80	0.003	010002.	0.02	MAPE95	0.4	**PAAC80**	0.423
	cobertura	betão + 6cm isolamento + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIFCFC**	0.263
	terraço	betão + **tijoleira (azulejo)** (assumido α =pavimento I)	**0.19**	MAAZ19	0.006	MABE95	0.1	MABE95	0.1	**BEAZ19**	0.206
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
55	fachada	pedra + **azulejos**	0.52	MAAZ52	0.006	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PEAZ52**	0.406
	telhado	2cm madeira + 5cm lã rocha + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIFCFC**	0.073
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
56	fachada	pedra + **reboco amarelo**	0.67	MARE67	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE67**	0.42
	base	pedra + **reboco cinza**	0.53	MARE53	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE53**	0.42
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
57	fachada	pedra + **reboco amarelo** (assumido α = facada 56)	**0.67**	MARE67	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE67**	0.42
	portão	alumínio + 3cm isolamento + **alumínio verde**	0.07	MAAL07	0.003	MAIPIP	0.03	MAAL07	0.003	**AIAL07**	0.036
	telhado	**betão** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MABE95	0.07	MABE95	0.07	MABE95	0.07	**BEBE19**	0.21
58	fachada	tijolo + **reboco amarelo**	0.72	MARE72	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE72**	0.32
	base	tijolo + **reboco castanho**	0.14	MARE14	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE14**	0.32
	empena	pedra + ar + **aço vermelho** (assumido α = fachada 40)	**0.44**	MAAC44	0.003	010002.	0.02	0100B1	0.3	**TAAC44**	0.323
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
59	fachada	tijolo + **reboco amarelo**	0.81	MARE81	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE81**	0.32
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
60	fachada	pedra + **reboco cinza**	0.49	MARE49	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE49**	0.42
	porta	**alumínio cinza** sem corte térmico	0.14	MAAL14	0.001	MAAL14	0.001	MAAL14	0.001	**ALAL14**	0.003
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
61	fachada	pedra + **reboco cinza** (assumido α = fachada 60)	**0.49**	MARE49	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE49**	0.42
	porta	**alumínio cinza** sem corte térmico (assumido α = porta 60)	**0.14**	MAAL14	0.001	MAAL14	0.001	MAAL14	0.001	**ALAL14**	0.003
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
m16	muro	**pedra** (assumido α = fachada 60) / altura: igual à da fachada 61	**0.49**	MAPE49	0.3					**SWPE49**	0.3
62	fachada	pedra + **reboco amarelo**	0.64	MARE64	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE64**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã rocha + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIFCFC**	0.073
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
63	fachada	pedra + **reboco branco**	0.9	MARE90	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE90**	0.42
	base	pedra + **reboco bege**	0.67	MARE67	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE67**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã rocha + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIFCFC**	0.073
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
64	fachada	pedra + **reboco rosa**	0.2	MARE20	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE20**	0.42
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	cobertura	**betão** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MABE95	0.07	MABE95	0.07	MABE95	0.07	**BEBE19**	0.21
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
65	fachada	pedra + **reboco bege**	0.29	MARE29	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE29**	0.42
	base	**Pedra** (assumido α = base 13)	**0.43**	MAPE43	0.15	MAPE95	0.15	MAPE95	0.15	**PEPE43**	0.45
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
66	fachada	**OBRA**									0
	empena										0
	telhado										0
	janelas										0
67	fachada	tijolo + **reboco cinza** (assumido α = fachada 25)	**0.9**	MARE90	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE90**	0.32
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
68	fachada	pedra + **reboco cinza**	0.56	MARE56	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE56**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã rocha + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
m19	muro	**pedra pintada de branco** (assumido α = fachada 68) / altura: 3 m	**0.56**	MAPE56	0.3					**SWPE56**	0.3

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
m20	portão	**aço** / altura: 2,4 m	0.07	MAAC07	0.003					**SWAC07**	0.003
m21	muro	**bloco de betão pintado de rosa** (assumido α = fachada 64) / altura: 3 m	**0.2**	MAPE20	0.3					**SWPE20**	0.3
69	fachada	pedra + **reboco rosa** (assumido α = fachada 64)	**0.2**	MARE20	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE20**	0.42
	cobertura	**betão** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MABE95	0.07	MABE95	0.07	MABE95	0.07	**BEBE19**	0.21
x	fachada	pedra + **reboco rosa**	0.53	MARE53	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE53**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã rocha + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
m22	muro	**pedra pintada de rosa** / altura: 2,3 m	0.53	MAPE53	0.3					**SWPE53**	0.3
70	fachada	tijolo + **reboco amarelo** (assumido α = fachada 25)	0.86	MARE86	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE86**	0.32
	telhado	**betão** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MABE95	0.07	MABE95	0.07	MABE95	0.07	**BEBE19**	0.21
m23	muro	**pedra pintada de cinza** / altura: 3,2 m	0.59	MAPE59	0.3					**SWPE59**	0.3
71	fachada	tijolo + **azulejo** (assumido α = fachada 60)	**0.49**	MAAZ49	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ49**	0.306
	empena	tijolo + **reboco** (assumido α = fachada 60)	**0.49**	MARE49	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE49**	0.32
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
72	fachada	**OBRA**									0
	empena										0
	telhado										0
	janelas										0
m24	tapume	**madeira** / altura: 2 m	0.41	MAMA41	0.03					**SWMA41**	0.03
73	fachada	pedra + **reboco cinza**	0.37	MARE37	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE37**	0.42
	empena	pedra + **reboco cinza** (assumido α = fachada 73)	**0.37**	MARE37	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE37**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro duplo		MAVSVS	0.006	010002.	0.016	MAVIVI	0.004	**VIARVS**	0.026
74	fachada	pedra + **reboco rosa**	0.7	MARE70	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE70**	0.42
	empena	pedra + **reboco branco**	0.86	MARE86	0.02	MAPE95	0.2	MAPE95	0.2	**PERE86**	0.42
	telhado	2cm madeira + 5cm lã + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAILIL	0.05	MAMA67	0.02	**MIBA50**	0.12
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
m25	portão	**ferro pintado de amarelo** / altura: 3 m	0.53	MAFE53	0.003					**SWFE53**	0.003
75	fachada	tijolo + **azulejo verde**	0.16	MAAZ16	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ16**	0.306
	empena	tijolo + ar + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	010002.	0.02	0100B1	0.3	**PAAC80**	0.323
	telhado	betão + 6cm isolamento + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIFCFC**	0.263
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
76	fachada	tijolo + **azulejo** (assumido α = fachada 47)	**0.96**	MAAZ95	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ95**	0.306
	empena	tijolo + **reboco branco** (assumido α = fachada 47)	**0.96**	MARE95	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJRE95**	0.32
	telhado	betão + 6cm isolamento + **telha (terracota)** (assumido α = 0100R2 do ENVI-met)	**0.5**	MABA50	0.05	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIBA50**	0.31
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006

Levantamento				Paredes & Coberturas / Paredes Simples Wall/Roof Constructions / Single Walls							
				Composição							
				exterior		intermédio		interior			
referência da planta	tipo	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)	ID Database-ID	espessura (m)
75	fachadaA	tijolo + 6cm isolamento + **reboco**	0.58	MARE58	0.02	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TIRE58**	0.32
	fachadaB	tijolo + **azulejo verde** (assumido α = fachada 75)	**0.16**	MAAZ16	0.006	0100B1	0.15	0100B1	0.15	**TJAZ16**	0.306
	telhado	betão + 6cm isolamento + **fibrocimento** (assumido α = pavimento I)	**0.19**	MAFCFC	0.003	MAIPIP	0.06	MABE19	0.2	**BIFCFC**	0.263
	janelas	vidro simples		MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.001	MAVIVI	0.004	**VIVIVI**	0.006
m27	muro	**bloco de betão pintado de branco** / altura: 1,4 m	0.81	MABB81	0.2					**SWBB81**	0.2

Cell: D3

Comment: Marco:

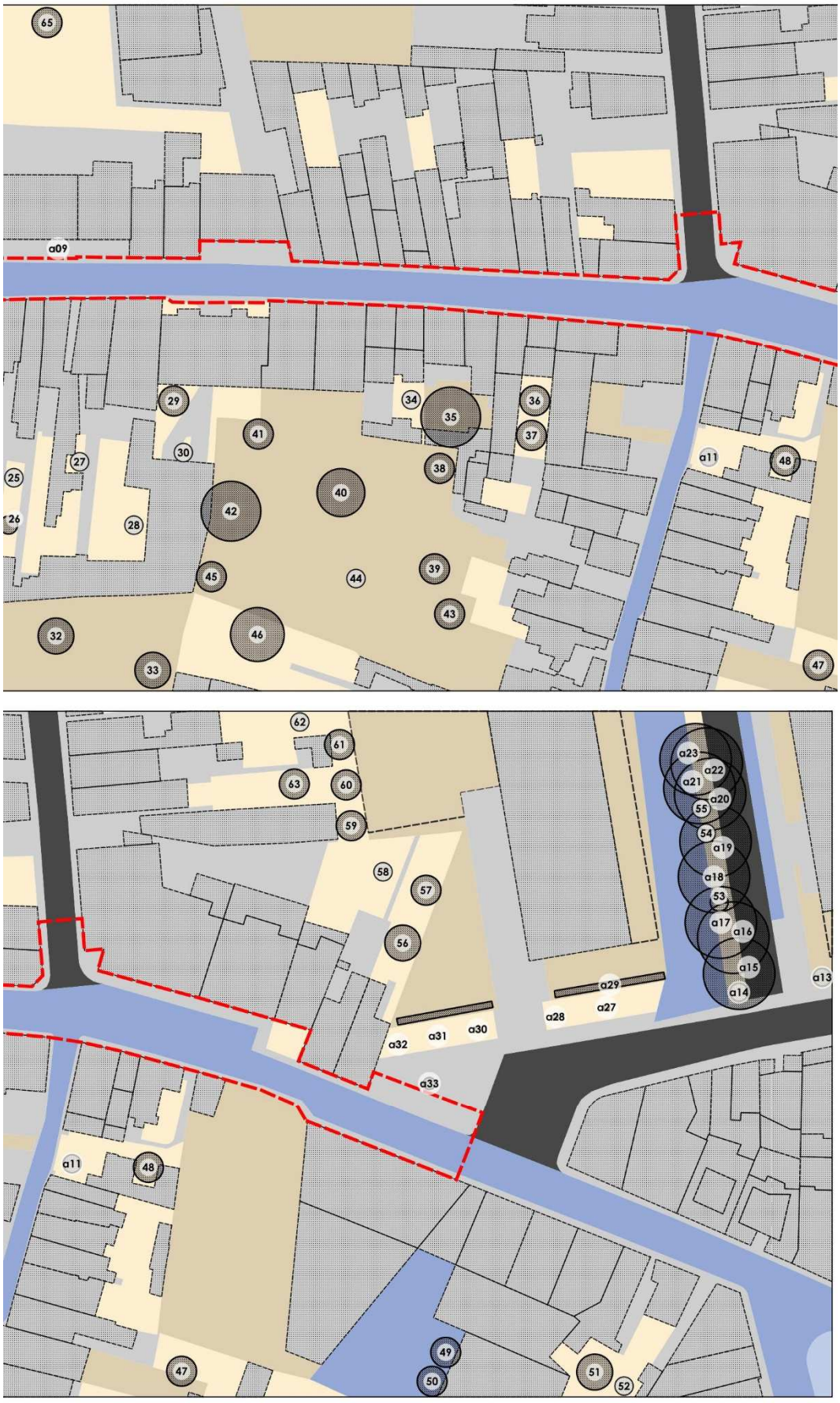
medição de campo por via de aplicação móvel 'Albedo v1.1' desenvolvido por Thomas Leeuw e Emmanuel Boss. Valores a negrito cinza correspondem a assunções (explicada a cinza entre parênteses na descrição). Todos os valores a preto correspondem a valores obtidos no campo.

A3

LEVANTAMENTO DE CAMPO – SOLOS & ÁRVORES

PLANTAS DE REFERÊNCIA


a01
a02
a03
a05
a06
a09
1
2
3
4
5
6
7
8
10
11
12
13
14
15
16
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
41
42
45
46
65
66
67
68
0
10
20
30 m
Legenda:
arvores
edificios
CASCA1
PVCU11
PVCUS5
PVTEIR
PVTESU
0100SL
PVASAS
PVBE01


65
a09
29
34
35
36
41
37
30
27
38
a11
48
25
40
42
26
28
45
44
39
43
32
46
33
47
62
61
63
60
59
58
57
56
a23
a22
a21
a20
55
54
a19
a18
53
a17
a16
a15
a14
a13
a29
a28
a27
a32
a31
a30
a33
a11
48
47
49
50
51
52
0
10
20
30 m
Legenda:
arvores
edificios
CASCA1
PVCU11
PVCUS5
PVTEIR
PVTESU
0100SL
PVASAS
PVBE01

A4

LEVANTAMENTO DE CAMPO – SOLOS & ÁRVORES

APONTAMENTOS (ÁRVORES)

levantamento				Plantas 3D 3D Plants
referência da planta	notas / espécie	altura (m)	diâmetro (m)	ID Database-ID
a01	*Populus nigra*	10	8	**DI0710**
a02	*Populus nigra*	10	8	**DI0710**
a03	*Populus nigra*	10	8	**DI0710**
a05	*Laurus nobilis*	5	5	**DI0505**
a06	*Camellia japonica*	8	7	**DI0708**
a09	*Camellia japonica*	2	1	**DI0102**
a11	*Citrus lemon*	4	3	**DI0304**
a13	*Olea europea*	3	3	**DI0303**
a14	*Olea europea*	3	3	**DI0303**
a15	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a16	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a17	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a18	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a19	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a20	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a21	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a22	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a23	*Populus nigra*	19	12	**DI1119**
a27	*Olea europea*	2	1	**DI0102**
a28	*Olea europea*	2	1	**DI0102**
a29	sebe de *Phyllostachys aurea* *	4	1.2	
a30	*Olea europea*	2	1	**DI0102**
a31	*Olea europea*	2	1	**DI0102**
a32	*Olea europea*	2	1	**DI0102**
a33	*Quercus coccinea*	6	2	**DI0106**
1	copa esférica	5	5	**DI0505**
2		1	4	**DI0301**
3	palmeira	2	5	**PA0502**
4		4	5	**DI0504**
5	copa esférica	4	5	**DI0504**
6		5	5	**DI0505**
7		7	6	**DI0507**
8		5	3	**DI0305**
10		7	6	**DI0507**
11		3	3	**DI0303**
12	conífera	8	6	**CO0508**
13		4	5	**DI0504**
14		5	5	**DI0505**
15		11	9	**DI0911**
16		8	7	**DI0708**
17	conifera	11	5	**CO0511**
18		8	9	**DI0908**
19		13	11	**DI1113**
20		20	15	**DI1520**

levantamento				Plantas 3D 3D Plants
referência da planta	notas / espécie	altura (m)	diâmetro (m)	ID Database-ID
21		10	8	**DI0710**
22	palmeira	6	6	**PA0506**
23		4	5	**DI0504**
24		3	3	**DI0303**
25		4	3	**DI0304**
26		4	3	**DI0304**
27		4	3	**DI0304**
28		4	3	**DI0304**
29		8	5	**DI0508**
30		5	3	**DI0305**
31		16	12	**DI1116**
32		7	6	**DI0507**
33		11	6	**DI0511**
34		4	3	**DI0304**
35		10	8	**DI0710**
36		5	5	**DI0505**
37		6	5	**DI0506**
38		6	5	**DI0506**
39		6	5	**DI0506**
40		9	8	**DI0709**
41		5	5	**DI0505**
42		17	10	**DI0917**
43		5	5	**DI0505**
44		4	3	**DI0304**
45		5	5	**DI0505**
46		11	9	**DI0911**
47		6	5	**DI0506**
48		5	5	**DI0505**
49	conífera	13	5	**CO0513**
50	conífera	13	5	**CO0513**
51		7	6	**DI0507**
52		4	3	**DI0304**
53	conífera	4	3	**CO0304**
54	conífera	4	3	**CO0304**
55	conífera	4	3	**CO0304**
56		7	6	**DI0507**
57		8	5	**DI0508**
58		3	3	**DI0303**
59		9	5	**DI0509**
60		9	5	**DI0509**
61		9	5	**DI0509**
62		4	3	**DI0304**
63		6	5	**DI0506**
65		5	5	**DI0505**

levantamento				Plantas 3D 3D Plants
referência da planta	notas / espécie	altura (m)	diâmetro (m)	ID Database-ID
66	conífera	11	5	**CO0510**
67		6	5	**DI0506**
68		4	3	**DI0304**

A5

LEVANTAMENTO DE CAMPO – SOLOS & ÁRVORES

APONTAMENTOS (SOLOS)

levantamento			Perfil de Solo Soil Profile	Plantas Simples Simple Plants
referência da planta	descrição	Albedo superficial - α Reflection	ID Database-ID	ID Database-ID
A1	**terra vegetal** irrigada (relva) (assumindo α = 0100SL do ENVI-met)	**0.2**	**PVTEIR**	**0100LG**
A2	**terra vegetal** irrigada (horta) (assumindo α = 0100SL do ENVI-met)	**0.2**	**PVTEIR**	**0100SO**
A3	**terra vegetal** irrigada ('matagal') (assumindo α = 0100SL do ENVI-met)	**0.2**	**PVTEIR**	**VEGMAT**
B1	**terra vegetal** irrigada com subterrâneo (relva) (assumindo α = 0100SL do ENVI-met)	**0.2**	**PVTESU**	**0100LG**
C0	**terra vegetal** (assumindo α = 0100SL do ENVI-met)	**0.2**	**0100SL**	
C1	**terra vegetal** (relva) (assumindo α = 0100SL do ENVI-met)	**0.2**	**0100SL**	**0100LG**
C3	**terra vegetal** ('matagal') (assumindo α = 0100SL do ENVI-met)	**0.2**	**0100SL**	**VEGMAT**
F	calçada de cubo (11x11) de **granito**	0.08	**PVCU11**	
G	calçada de micro-cubo (5x5) de **granito**	0.08	**PVCUS5**	
H	cascalho de **granito** (assumindo α = pavimento I)	**0.19**	**PVFERR**	
I	**betonilha** esquartelada (α valor médio entre duas amostras, uma nova e outra mais escura: 0,09 e 0,29)	0.19	**PVBE01**	
J	**alcatrão**	0.14	**PVASAS**	

A6

LEVANTAMENTO DE CAMPO – VEGETAÇÃO

PLANTAS DE REFERÊNCIA


0
10
20
30 m
Legenda:
edificios
0100XX
0100SO
VEGMAT
0100H4


0
10
20
30 m
Legenda:
edificios
0100XX
VEGMAT
0100SO
0100H4

A7

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – MATERIAIS

PRESSUPOSTOS BASE

Material	ID *Database-ID*	Côr *Color*	Espessura pré-definida (m) *Default thickness*	Absorvibilidade - φ_A (-) *Absorption*	Transmissibilidade – Ψ_A (-) Transmission	Albedo – α (-) *Reflection*	Emissividade – ε (-) *Emissivity*	Calor Específico – c (J/[kg*K]) *Specific heat*	Condutividade térmica – k (W/[m*K]) *Thermal Conductivity*	Densidade (kg/m³) *Density*
Aço	MAACxx	T6	0.003	x	0	x	0.1	420	45	8000[1]
Aço (armação da ramada)[2]	MAACRA	T6	0.004	0.0012	0.994	0.0048	0.96	1003	0.295	49.197
Alumínio	MAALxx	M6	0.003	x	0	x	0.18	880	203	2700[3]
Asfalto	MAASAS	TT1	0.2	0.86	0	0.14[4]	0.93[5]	920[6]	1.26[7]	2243[8]
Azulejo	MAAZxx	F3	0.006	x	0	x	0.97[9]	1085[10]	0.84[11]	2158[12]
Terracota (barro)	MABAxx	TT2	0.05	x	0	x	0.9	840	0.81	1700[13]
Bloco de betão	MABBxx	F8	0.2	x	0	x	0.63[14]	880[15]	0.55[16]	900[17]
Betão	MABExx	T8	0.3	x	0	x	0.85[18]	880[19]	1.4[20]	2300[21]
Ferro	MAFExx	TT6	0.003	x	0	x	0.25	530	72	7900[22]
Fibrocimento (amianto)	MAFCFC	FF6	0.003	0.81	0	0.19	0.96[23]	816[24]	0.13[25]	1600[26]
Isolamento (lã rocha)	MAILIL	M3	0.05	0.5	0	0.5	0.9[27]	1030	0.039	160[28]
Isolamento (poliestireno)	MAIPIP	T3	0.06	0.5	0	0.5	0.9[29]	1400[30]	0.035[31]	31.5[32]
Madeira (pinho)	MAMAxx	FF3	0.03	x	0	x	0.89[33]	1500[34]	0.15[35]	424.5[36]
Pedra (granito)	MAPExx	T7	0.3	x	0	x	0.96[37]	790[38]	4.61[39]	2691[40]
Reboco de cimento	MARExx	FF8	0.02	x	0	x	0.54[41]	920[42]	1.1[43]	1506[44]
Tela asfáltica	MATAxx	TT1	0.003	x	0	x	0.93[45]	920[46]	1.26[47]	1020[48]
Vidro	MAVIVI	F5	0.006	0.05	0.9	0.05	0.9	750	1.05	2500[49]
Vidro (solar)	MAVSVS	FF5	0.006	0.33	0.46	0.21[50]	0.9	750	1.05	2500[51]
Zinco	MAZNZN	F6	0.001	0.76	0	0.24[52]	0.25[53]	388[54]	113[55]	7133[56]



[1] Transposto dos valores contidos no material 0100ST do Envi-met
[2] Assumindo ser constituída por arames de aço de 4 mm de espessura – assumindo valores do material '0100ST' do ENVI-met – intercalados por ar – assumindo valores do material '0100O2' do ENVI-met –, assumem-se dois arames numa direcção e apenas um na outra. O que corresponde a uma fração de 0.006 para os valores correspondentes ao aço e de 0.994 para os valores correspondentes ao ar.
[3] transposto dos valores contidos no material 0100AL do ENVI-met
[4] Como medido em Francos
[5] assumiu-se o valor para "Asphalt" em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[6] assumiu-se o valor para "Asphalt concrete (with aggregate)" em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html
[7] assumiu-se o valor para "Asphalt" em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[8] Assumiu-se o valor para "Concrete, Asphalt" em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock
[9] assumiu-se o valor para "Tile" em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[10] assumiu-se o valor para "Porcelain" em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html
[11] assumiu-se o valor para "Porcelain" em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X ;
[12] assumiu-se o valor do porcelanato vidrado "Nova Arquitectura" da "Cinca", extrapolando informação das suas características técnicas Cinca. (2017). *Folheto Gama Técnica 1.2*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.cinca.pt/actions.php?action=11&f=2&src=file425_pt&ext=pdf
[13] transposto dos valores contidos no material 0100R2 do ENVI-met
[14] assumiu-se o valor para "Concrete tiles" em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html

[15] assumiu-se o valor para “Concrete” em ibid.
[16] assumiu-se o valor médio para “Concrete: medium” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[17] assumiu-se o valor extrapolado desde o peso de um bloco de betão 50cm x 20cm x 20cm em PAVICER. (2014). *Produtos / Alvenarias / Bloco de Betão*. Retrieved 03.03.2022 from http://pavicer.pt/pt/produtos/17_alvenarias/20_bloco-de-betao
[18] assumiu-se o valor para “Concrete” em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[19] assumiu-se o valor para “Concrete” em ibid.
[20] assumiu-se o valor médio para “Concrete: dense” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[21] assumiu-se o valor para “Concrete, Portland” em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock
[22] transposto dos valores contidos no material 0100IR do ENVI-met
[24] assumiu-se o valor para “Asbestos board” em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[25] assumiu-se o valor para “Asbestos” em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html
[26] assumiu-se o valor para “Asbestos cloth” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[27] assumiu-se o valor para “Asbestos, rock” em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock
[28] Transposto dos valor do material 0100IN do ENVI-met
[29] Assumiu-se os valores indicados em Baubook. *RockWool hardrock 040*. Retrieved 06.03.2022 from http://www.baubook.at/m/PHP/Info.php?SI=2142717849&SW=16&lng=2
[30] Transposto dos valores do material 0100IN do ENVI-met
[31] Assumiu-se o valor para “Polystyrene” em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html
[32] Assumiu-se o valor médio do indicado para “expanded polystyrene” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[33] Assumiu-se o valor médio para “Polystyrene Expanded” & “Polystyrene Extruded” em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock
[34] Assumiu-se o valor para “Oak, planed” em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[35] Assumiu-se o valor para “Timber, white pine” em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html
[36] Assumiu-se o valor médio para “Wood” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[37] Assumiu-se o valor médio para “Pine, white” em Wood Density Chart. (07.03.2022). *Workshop*. https://cedarstripkayak.wordpress.com/lumber-selection/162-2/
[38] assumiu-se o valor para “Granite, natural surface” em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[39] assumiu-se o valor para “Granite” em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html
[40] transposto do valor de “heat Conductivity” contidos no material 0000GR do ENVI-met
[41] assumiu-se o valor para “Granite, solid” em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock
[42] assumiu-se o valor para “Cement” em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[43] transposto dos valores contidos no material 0100C2 do ENVI-met
[44] assumiu-se o valor para “Cement” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[45] assumiu-se o valor para “Cement, Portland” em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock
[46] assumiu-se o valor para “Asphalt” em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[47] assumiu-se o valor para “Asphalt concrete (with aggregate)” em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html
[48] assumiu-se o valor para “Asphalt” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X
[49] assumiu-se o valor para “Built-up Roofing Asphalt, Type III” em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock
[50] transposto dos valores contidos no material 0100G4 do ENVI-met
[51] Assumiram-se os valores indicados para o vidro duplo “D70” – “reflexão de luz” como albedo; “fator solar” como transmissibilidade – em Vitrochaves. (2021). *Isolar Solarlux*. Retrieved 07.03.2022 from https://www.vitrochaves.com/wp-content/uploads/2021/03/SOLARLUX_PT_03_21_Web.pdf
[52] transposto dos valores contidos no material 0100G4 do ENVI-met
[53] Assumiu-se o albedo medido na empena 60 das Doze Casas
[54] Assumiu-se o valor para “Zinc Tarnished” em ToolBox, T. E. (2022a). *Emissivity Coefficients common Products*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html
[55] Assumiu-se o valor para “Zinc” em ToolBox, T. E. (2022b). *Specific Heat of common Substances*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html

[5]6 Assumiu-se o valor para “Zinc” em Carvill, J. (1993). 3 - Thermodynamics and heat transfer. In J. Carvill (Ed.), *Mechanical Engineer's Data Handbook* (pp. 102-145). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051135-1.50008-X

[5]7 Assumiu-se o valor para “Zinc” em AVCALC. (2022). *Aqua-Calc*. Retrieved 03.03.2022 from https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/asbestos-coma-and-blank-rock

A8

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – MATERIAIS

BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

Material	ID	Absorvibilidade - $\varnothing_\lambda$ (-)	Transmissibilidade – ψ_λ (-)	Albedo – α (-)
Aço	**MAAC05**	0.95	0	0.05
	MAAC06	0.94	0	0.06
	MAAC07	0.93	0	0.07
	MAAC09	0.91	0	0.09
	MAAC11	0.89	0	0.11
	MAAC13	0.87	0	0.13
	MAAC19	0.81	0	0.19
	MAAC24	0.76	0	0.24
	MAAC25	0.75	0	0.25
	MAAC44	0.56	0	0.44
	MAAC48	0.52	0	0.48
	MAAC80	0.2	0	0.8
	MAAC95	0.05	0	0.95
Aço (ramada)	**MAACRA**	0.0012	0.994	0.0048
Alumínio	**MAAL06**	0.94	0	0.06
	MAAL07	0.93	0	0.07
	MAAL14	0.86	0	0.14
	MAAL19	0.81	0	0.19
	MAAL31	0.69	0	0.31
	MAAL35	0.65	0	0.35
	MAAL44	0.56	0	0.44
	MAAL50	0.5	0	0.5
	MAAL95	0.05	0	0.95
Asfalto	**MAASAS**	0.86	0	0.14
Azulejo	**MAAZ05**	0.95	0	0.05
	MAAZ09	0.91	0	0.09
	MAAZ15	0.85	0	0.15
	MAAZ16	0.84	0	0.16
	MAAZ18	0.82	0	0.18
	MAAZ19	0.81	0	0.19
	MAAZ22	0.78	0	0.22
	MAAZ23	0.77	0	0.23
	MAAZ26	0.74	0	0.26
	MAAZ44	0.56	0	0.44
	MAAZ45	0.55	0	0.45
	MAAZ46	0.54	0	0.46
	MAAZ49	0.51	0	0.49
	MAAZ50	0.5	0	0.5
	MAAZ52	0.48	0	0.52
	MAAZ54	0.46	0	0.54
	MAAZ58	0.42	0	0.58

Material	ID	Absorvibilidade - $\varnothing_\lambda$ (-)	Transmissibilidade – ψ_λ (-)	Albedo – α (-)
	MAAZ60	0.4	0	0.6
	MAAZ64	0.36	0	0.64
	MAAZ71	0.29	0	0.71
	MAAZ76	0.24	0	0.76
	MAAZ77	0.23	0	0.77
	MAAZ84	0.16	0	0.84
	MAAZ86	0.14	0	0.86
	MAAZ91	0.09	0	0.91
	MAAZ92	0.08	0	0.92
	MAAZ95	0.05	0	0.95
Terracota (barro)	**MABA12**	0.88	0	0.12
	MABA16	0.84	0	0.16
	MABA19	0.81	0	0.19
	MABA23	0.77	0	0.23
	MABA24	0.76	0	0.24
	MABA50	0.5	0	0.5
Bloco de Betão	**MABB20**	0.8	0	0.2
	MABB39	0.61	0	0.39
	MABB54	0.46	0	0.54
	MABB81	0.19	0	0.81
Betão	**MABE19**	0.81	0	0.19
	MABE36	0.64	0	0.36
	MABE39	0.61	0	0.39
	MABE89	0.11	0	0.89
Ferro	**MAFE05**	0.95	0	0.05
	MAFE14	0.86	0	0.14
	MAFE53	0.47	0	0.53
Fibrocimento (amianto)	**MAFCFC**	0.81	0	0.19
Isolamento (lã rocha)	**MAILIL**	0.5	0	0.5
Isolamento (poliestireno)	**MAIPIP**	0.5	0	0.5
Madeira (pinho)	**MAMA41**	0.59	0	0.41
	MAMA67	0.33	0	0.67
	MAPE05	0.95	0	0.05
	MAPE06	0.94	0	0.06
	MAPE08	0.92	0	0.08
	MAPE10	0.9	0	0.1

Material	ID	Absorvibilidade - $\varnothing_\lambda$ (-)	Transmissibilidade – ψ_λ (-)	Albedo – α (-)
Pedra (granito)	**MAPE11**	0.89	0	0.11
	MAPE12	0.88	0	0.12
	MAPE14	0.86	0	0.14
	MAPE15	0.85	0	0.15
	MAPE16	0.84	0	0.16
	MAPE17	0.83	0	0.17
	MAPE18	0.82	0	0.18
	MAPE19	0.81	0	0.19
	MAPE20	0.8	0	0.2
	MAPE21	0.79	0	0.21
	MAPE23	0.77	0	0.23
	MAPE25	0.75	0	0.25
	MAPE26	0.74	0	0.26
	MAPE28	0.72	0	0.28
	MAPE29	0.71	0	0.29
	MAPE31	0.69	0	0.31
	MAPE32	0.68	0	0.32
	MAPE33	0.67	0	0.33
	MAPE36	0.64	0	0.36
	MAPE38	0.62	0	0.38
	MAPE39	0.61	0	0.39
	MAPE43	0.57	0	0.43
	MAPE44	0.56	0	0.44
	MAPE47	0.53	0	0.47
	MAPE48	0.52	0	0.48
	MAPE49	0.51	0	0.49
	MAPE53	0.47	0	0.53
	MAPE54	0.46	0	0.54
	MAPE55	0.45	0	0.55
	MAPE56	0.44	0	0.56
	MAPE59	0.41	0	0.59
	MAPE76	0.24	0	0.76
	MAPE84	0.16	0	0.84
	MAPE86	0.14	0	0.86
	MAPE95	0.05	0	0.95
	MARE06	0.94	0	0.06
	MARE11	0.89	0	0.11
	MARE13	0.87	0	0.13
	MARE14	0.86	0	0.14
	MARE20	0.8	0	0.2
	MARE23	0.77	0	0.23

Material	ID	Absorvibilidade - $\varnothing_\lambda$ (-)	Transmissibilidade – ψ_λ (-)	Albedo – α (-)
	MARE29	0.71	0	0.29
	MARE32	0.68	0	0.32
	MARE33	0.67	0	0.33
	MARE37	0.63	0	0.37
	MARE38	0.62	0	0.38
	MARE43	0.57	0	0.43
	MARE44	0.56	0	0.44
	MARE46	0.54	0	0.46
	MARE48	0.52	0	0.48
	MARE49	0.51	0	0.49
	MARE50	0.5	0	0.5
	MARE52	0.48	0	0.52
	MARE53	0.47	0	0.53
	MARE55	0.45	0	0.55
	MARE56	0.44	0	0.56
	MARE57	0.43	0	0.57
	MARE58	0.42	0	0.58
Reboco de	**MARE60**	0.4	0	0.6
cimento	**MARE62**	0.38	0	0.62
	MARE64	0.36	0	0.64
	MARE65	0.35	0	0.65
	MARE67	0.33	0	0.67
	MARE69	0.31	0	0.69
	MARE70	0.3	0	0.7
	MARE71	0.29	0	0.71
	MARE72	0.28	0	0.72
	MARE73	0.27	0	0.73
	MARE76	0.24	0	0.76
	MARE80	0.2	0	0.8
	MARE81	0.19	0	0.81
	MARE82	0.18	0	0.82
	MARE83	0.17	0	0.83
	MARE84	0.16	0	0.84
	MARE85	0.15	0	0.85
	MARE86	0.14	0	0.86
	MARE87	0.13	0	0.87
	MARE90	0.1	0	0.9
	MARE91	0.09	0	0.91
	MARE92	0.08	0	0.92
	MARE93	0.07	0	0.93
	MARE94	0.06	0	0.94

Material	ID	Absorvibilidade - $\varnothing_\lambda$ (-)	Transmissibilidade – ψ_λ (-)	Albedo – α (-)
	MARE95	0.05	0	0.95
Tela asfáltica	**MATA10**	0.9	0	0.1
	MATA43	0.57	0	0.43
	MATA83	0.17	0	0.83
	MATA86	0.14	0	0.86
	MATA90	0.1	0	0.9
	MATA95	0.05	0	0.95
Vidro (simples)	**MAVIVI**	0.05	0.9	0.05
Vidro (solar)	**MAVSVS**	0.33	0.46	0.21
Zinco	**MAZNSN**	0.76	0	0.24

A9

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PAREDES & COBERTURAS

BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

ID	cm	material interior (ID)	cm	material intermédio (ID)	cm	material exterior (ID)	cm	côr
ACAC11	0.3	MAAC11	0.1	MAAC11	0.1	MAAC11	0.1	
ACAC13	0.3	MAAC13	0.1	MAAC13	0.1	MAAC13	0.1	
ACAC25	0.3	MAAC25	0.1	MAAC25	0.1	MAAC25	0.1	T6
ACAC80	0.3	MAAC80	0.1	MAAC80	0.1	MAAC80	0.1	
ACACRA	0.4	MAACRA	0.1	MAACRA	0.2	MAACRA	0.1	
AIAC07	3.6	MAAC07	0.3	MAIPIP	3	MAAC07	0.3	T5
AIAL06	3.6	MAAL06	0.3	MAIPIP	3	MAAL06	0.3	
AIAL07	3.6	MAAL07	0.3	MAIPIP	3	MAAL07	0.3	
AIAL31	3.6	MAAL31	0.3	MAIPIP	3	MAAL31	0.3	M5
AIAL35	6.6	MAAL35	0.3	MAIPIP	6	MAAL35	0.3	
AIAL50	6.6	MAAL50	0.3	MAIPIP	6	MAAL50	0.3	
ALAL14	0.3	MAAL14	0.1	MAAL14	0.1	MAAL14	0.1	M6
ARARAR	0.3	0000O2	0.1	0000O2	0.1	0000O2	0.1	FF8
BEAZ19	20.6	MABE95	10	MABE95	10	MAAZ19	0.6	TT8
BEBE19	21	MABE95	7	MABE95	7	MABE19	7	T8
BEBE36	21	MABE95	7	MABE95	7	MABE36	7	
BEPE20	23	MABE95	10	MABE95	10	MAPE20	3	TT7
BEPE44	22	MABE95	10	MABE95	10	MAPE44	2	
BERE56	22	MABE95	10	MABE95	10	MARE56	2	M8
BETA10	20.3	MABE95	10	MABE95	10	MATA10	0.3	T1
BIAL19	26.3	MABE95	20	MAIPIP	6	MAAL19	0.3	M7
BIAL95	26.3	MABE95	20	MAIPIP	6	MAAL95	0.3	
BIAZ15	26.6	MABE95	20	MAIPIP	6	MAAZ15	0.6	F2
BIBA50	31	MABE95	20	MAIPIP	6	MABA50	5	TT2
BIFCFC	26.3	MABE95	20	MAIPIP	6	MAFCFC	0.3	TT1
BIPE19	28	MABE95	20	MAIPIP	6	MAPE19	2	
BIPE19	28	MABE95	20	MAIPIP	6	MAPE19	2	F7
BIPE47	56	MABE95	20	MAIPIP	6	MAPE47	30	
BIZNZN	26.3	MABE95	20	MAIPIP	6	MAZNZN	0.3	F6
FCFCFC	0.3	MAFCFC	0.1	MAFCFC	0.1	MAFCFC	0.1	FF6
FEFE05	0.3	MAFE05	0.1	MAFE05	0.1	MAFE05	0.1	TT6
MIBA50	12	MAM67	2	MAILIL	5	MABA50	5	T2
MIFCFC	7.3	MAM67	2	MAILIL	5	MAFCFC	0.3	FF7
PAAC06	42.3	MAPE95	40	10002	2	MAAC06	0.3	
PAAC19	42.3	MAPE95	40	10002	2	MAAC19	0.3	M1
PAAC24	42.3	MAPE95	40	10002	2	MAAC24	0.3	
PAAC80	42.3	MAPE95	40	10002	2	MAAC80	0.3	
PEAZ05	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ05	0.6	
PEAZ09	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ09	0.6	
PEAZ18	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ18	0.6	
PEAZ19	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ19	0.6	F3
PEAZ23	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ23	0.6	
PEAZ26	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ26	0.6	
PEAZ52	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ52	0.6	
PEAZ64	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MAAZ64	0.6	
PEBA16	40.6	MAPE95	20	MAPE95	20	MABA16	0.6	M2
PEPE10	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE10	15	
PEPE11	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE11	15	
PEPE16	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE16	15	
PEPE17	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE17	15	

ID	cm	material interior (ID)	cm	material intermédio (ID)	cm	material exterior (ID)	cm	côr
PEPE18	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE18	15	
PEPE23	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE23	15	
PEPE26	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE26	15	
PEPE29	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE29	15	T7
PEPE32	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE32	15	
PEPE33	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE33	15	
PEPE36	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE36	15	
PEPE39	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE39	15	
PEPE43	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE43	15	
PEPE53	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE53	15	
PEPE95	45	MAPE95	15	MAPE95	15	MAPE95	15	
PERE06	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE06	2	
PERE14	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE14	2	
PERE20	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE20	2	
PERE23	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE23	2	
PERE29	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE29	2	
PERE33	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE33	2	
PERE37	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE37	2	
PERE38	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE38	2	
PERE44	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE44	2	
PERE46	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE46	2	
PERE49	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE49	2	
PERE50	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE50	2	
PERE52	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE52	2	
PERE53	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE53	2	
PERE55	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE55	2	
PERE56	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE56	2	
PERE57	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE57	2	
PERE60	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE60	2	
PERE64	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE64	2	FF8
PERE65	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE65	2	
PERE67	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE67	2	
PERE69	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE69	2	
PERE70	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE70	2	
PERE71	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE71	2	
PERE73	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE73	2	
PERE76	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE76	2	
PERE80	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE80	2	
PERE81	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE81	2	
PERE82	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE82	2	
PERE83	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE83	2	
PERE84	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE84	2	
PERE85	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE85	2	
PERE86	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE86	2	
PERE90	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE90	2	
PERE91	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE91	2	
PERE93	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE93	2	
PERE95	42	MAPE95	20	MAPE95	20	MARE95	2	
PIRE29	45	MAPE95	40	MAIPIP	3	MARE29	2	FF4
TAAC44	32.3	0100B1	30	10002	2	MAAC44	0.3	F1
TAAC95	32.3	0100B1	30	10002	2	MAAC95	0.3	

ID	cm	material interior (ID)	cm	material intermédio (ID)	cm	material exterior (ID)	cm	côr
TAFCFC	32.3	0100B1	30	10002	2	MAFCFC	0.3	FF1
TIAZ71	36.6	0100B1	30	MAIPIP	6	MAAZ71	0.6	M3
TIPE48	39	0100B1	30	MAIPIP	6	MAPE48	3	M4
TIRE11	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE11	2	FF4
TIRE46	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE46	2	
TIRE48	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE48	2	
TIRE58	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE58	2	
TIRE90	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE90	2	
TIRE91	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE91	2	
TIRE92	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE92	2	
TIRE95	38	0100B1	30	MAIPIP	6	MARE95	2	
TJAZ05	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ05	0.6	T3
TJAZ15	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ15	0.6	
TJAZ16	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ16	0.6	
TJAZ22	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ22	0.6	
TJAZ44	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ44	0.6	
TJAZ45	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ45	0.6	
TJAZ46	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ46	0.6	
TJAZ49	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ49	0.6	
TJAZ50	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ50	0.6	
TJAZ54	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ54	0.6	
TJAZ58	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ58	0.6	
TJAZ60	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ60	0.6	
TJAZ71	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ71	0.6	
TJAZ76	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ76	0.6	
TJAZ77	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ77	0.6	
TJAZ84	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ84	0.6	
TJAZ86	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ86	0.6	
TJAZ91	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ91	0.6	
TJAZ92	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ92	0.6	
TJAZ95	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MAAZ95	0.6	
TJBA12	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MABA12	0.6	T4
TJBA23	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MABA23	0.6	
TJBA24	30.6	0100B1	15	0100B1	15	MABA24	0.6	
TJPE05	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE05	3	T5
TJPE10	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE10	3	
TJPE15	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE15	3	
TJPE19	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE19	3	
TJPE20	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE20	3	
TJPE23	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE23	3	
TJPE25	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE25	3	
TJPE26	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE26	3	
TJPE28	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE28	3	
TJPE33	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE33	3	
TJPE38	33	0100B1	15	0100B1	15	MAPE38	3	
TJRE13	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE13	2	
TJRE14	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE14	2	
TJRE32	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE32	2	
TJRE33	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE33	2	
TJRE38	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE38	2	
TJRE43	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE43	2	

ID	cm	material interior (ID)	cm	material intermédio (ID)	cm	material exterior (ID)	cm	côr
TJRE46	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE46	2	
TJRE49	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE49	2	
TJRE52	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE52	2	
TJRE56	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE56	2	
TJRE62	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE62	2	
TJRE67	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE67	2	TT3
TJRE70	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE70	2	
TJRE72	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE72	2	
TJRE76	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE76	2	
TJRE81	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE81	2	
TJRE86	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE86	2	
TJRE87	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE87	2	
TJRE90	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE90	2	
TJRE91	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE91	2	
TJRE92	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE92	2	
TJRE94	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE94	2	
TJRE95	32	0100B1	15	0100B1	15	MARE95	2	
TJTA43	30.3	0100B1	15	0100B1	15	MATA43	0.3	
TJTA83	30.3	0100B1	15	0100B1	15	MATA83	0.3	
TJTA86	30.3	0100B1	15	0100B1	15	MATA86	0.3	TT4
TJTA90	30.3	0100B1	15	0100B1	15	MATA90	0.3	
TJTA95	30.3	0100B1	15	0100B1	15	MATA95	0.3	
VIARVS	2.6	MAVIVI	0.4	10002	1.6	MAVSVS	0.6	FF5
VIVIVI	0.6	MAVIVI	0.4	MAVIVI	0.1	MAVIVI	0.1	F5

A10

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PAREDES SIMPLES

BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

ID	material (ID)	cm	côr
SWAC05	MAAC05	0.3	T6
SWAC07	MAAC07	0.3	
SWAC09	MAAC09	0.3	
SWAC13	MAAC13	0.3	
SWAC48	MAAC48	0.3	
SWAL95	MAAL95	0.3	M6
SWBB20	MABB20	20	F8
SWBB39	MABB39	20	
SWBB54	MABB54	20	
SWBB81	MABB81	20	
SWBE89	MABE89	25	T8
SWBE95	MABE95	30	
SWFCFC	MAFCFC	0.3	FF6
SWFE14	MAFE14	0.3	TT6
SWFE53	MAFE53	0.3	
SWMA41	MAMA41	3	FF3
SWMA67	MAMA67	3	
SWPE05	MAPE05	30	T7
SWPE06	MAPE06	30	
SWPE10	MAPE10	30	
SWPE11	MAPE11	30	
SWPE12	MAPE12	30	
SWPE14	MAPE14	30	
SWPE15	MAPE15	30	
SWPE18	MAPE18	30	
SWPE21	MAPE21	30	
SWPE28	MAPE28	30	
SWPE29	MAPE29	30	
SWPE31	MAPE31	30	
SWPE39	MAPE39	30	
SWPE47	MAPE47	30	
SWPE49	MAPE49	30	
SWPE53	MAPE53	30	
SWPE54	MAPE54	30	
SWPE55	MAPE55	30	
SWPE56	MAPE56	30	
SWPE59	MAPE59	30	
SWPE76	MAPE76	30	
SWPE84	MAPE84	30	
SWPE86	MAPE86	30	

A11

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – SOLOS

BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

solos	ID / database-ID	cor	tipo de material / typ of material	volume de água em saturação / water content at saturation	volume de água na capacidade de campo / water content at field capacity	volume de água no ponto de murcha / water content at wilting point	Matrix potential	coductividade hídrica / Hydraulic conductivity	capacidade térmica volumétrica / volumetric heat capacity	Clapp & Hornberger constant b	conductividade térmica / heat conductivity	proporções							espessura final (cm)
												Sand	Loam	Sandy Clay Loam	Smashed brick	Cement Concrete	Asphalt (with Gravel	Granite	
cascalho ferroviário	**CASCA1**	FF7	NS	0.395	0.135	0.0068	-0.121	176	2.345	4.05	2.7989								
cubo (11x11)	**CUBO11**	F8	NS	0.1193	0.0724	0.0497	-0.0849	1.7892	2.0127	2.0221	3.3008	0	0	0.284	0	0	0	0.716	10
micro-cubo (5x5)	**MICR05**	F8	NS	0.1284	0.0779	0.0535	-0.0914	1.9253	1.9874	2.1759	3.2012	0	0	0.3056	0	0	0	0.6944	4
transição agregado e solo (2-8)	**TRAG28**	TT2	NS	0.427	0.183	0.0926	-0.1986	62.48	1.456	4.73	0	0	0.8	0	0.2	0	0	0	10
transição agregado e solo (3-7)	**TRAG37**	TT2	NS	0.423	0.177	0.0818	-0.1889	76.67	1.524	4.645	0	0	0.7	0	0.3	0	0	0	10
transição agregado e solo (5-5)	**TRAG55**	TT2	NS	0.415	0.165	0.0604	-0.1695	105.05	1.66	4.475	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0	10
transição agregado e solo (7-3)	**TRAG73**	TT2	NS	0.407	0.153	0.039	-0.1501	133.43	1.796	4.305	0	0	0.3	0	0.7	0	0	0	10
transição agregado e solo (8-2)	**TRAG82**	TT2	NS	0.403	0.147	0.0282	-0.1404	147.62	1.864	4.22	0	0	0.2	0	0.8	0	0	0	10
transição betão e agregado (2-8)	**TRBE28**	M8	NS	0.316	0.108	0.0054	-0.0968	140.8	2.0166	3.24	0.326	0	0	0	0.8	0.2	0	0	10
transição betão e agregado (3-7)	**TRBE37**	M8	NS	0.2765	0.0945	0.0048	-0.0847	123.2	2.0249	2.835	0.489	0	0	0	0.7	0.3	0	0	10
transição betão e agregado (5-5)	**TRBE55**	M8	NS	0.1975	0.0675	0.0034	-0.0605	88	2.0415	2.025	0.815	0	0	0	0.5	0.5	0	0	10
transição betão e agregado (7-3)	**TRBE73**	M8	NS	0.1185	0.0405	0.002	-0.0363	52.8	2.0581	1.215	1.141	0	0	0	0.3	0.7	0	0	10
transição cubo (11x11) e cama de areia	**TRCUBO**	F8	NS	0.3674	0.1287	0.0111	-0.1174	158.58	1.7865	3.8472	0.3301	0.4	0	0.0284	0.5	0	0	0.0716	10
transição micro-cubo (5x5) e cama de areia	**TRMICR**	F8	NS	0.2617	0.1065	0.0301	-0.1062	88.963	1.7252	3.1129	1.6006	0.5	0	0.1528	0	0	0	0.3472	2
Sand	**0000SD**		NS	0.395	0.135	0.0068	-0.121	176	1.463	4.05	0	1							
Sandy Loam	**0000SL**		NS	0.435	0.195	0.114	-0.218	34.1	1.32	4.9	0		1						
Sandy Clay Loam	**0000TS**		NS	0.42	0.255	0.175	-0.299	6.3	1.175	7.12	0			1					
Smashed brick	**0000BS**		NS	0.395	0.135	0.0068	-0.121	176	2	4.05	0				1				
Cement Concrete	**0000ZB**		AM	0	0	0	0	0	2.083	0	1.63					1			
Asphalt (with Basalt	**0000AB**		AM	0	0	0	0	0	2.251	0	0.9						1		
Granite	**0000GR**		AM	0	0	0	0	0	2.345	0	4.61							1	

A12

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PERFIS DE SOLO

BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

perfil de solo / Soil Profiles	asfalto	betão insitu (12-15) pedonal	betão insitu (17-15) misto	betão insitu (25-20) veículos	cubo 11x11 permeável	micro-cubo 5x5 para veículos	cama de cascalho para ferrovia	terra vegetal irrigada	terra vegetal irrigada com subterrâneo	terra vegetal tipo / default unsealed soil (sandy loam)
ID / Database-ID	**PVASAS**	**PVBE01**	**PVBE02**	**PVBE03**	**PVCU11**	**PVCUS5**	**PVFERR**	**PVTEIR**	**PVTESU**	**0100SL**
côr / color	TT1	FF3	FF3	FF3	M8	M8	T2	M4	M3	
extensão da rugosidade aerodinâmica - z0 / Roughness Length	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.015	0.015	0.015
Albedo - α	0.14	0.19	0.19	0.19	0.08	0.08	0.19	0.2	0.2	0.2
Emissividade - ε / Emissivity	0.93	0.85	0.85	0.85	0.96	0.96	0.96	0.98	0.98	0.98
Superfície irrigada / Surface is irrigated	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE
Water: Mixing Coefficient	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Water: Turbidity/Extinction	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1

composição do perfil de solo em intervalos de profundidade (cm) e indicação do ID do material de solo

0	0000AB	0000ZB	0000ZB	0000ZB	CUBO11	MICRO5	CASCA1	0000SL	0000SL	0000SL
1										
2										
3										
4						TRMICR				
6						0000SD				
8						0000ZB				
10		TRBE28	TRBE73		TRCUBO					
20		TRAG73	0000BS	TRBE55	0000BS	TRBE37				
30	0000SL	0000SL	TRAG28	0000BS		TRAG82				
40			0000SL	TRAG55		0000SL				
50				0000SL	TRAG37		0000SL		0000ZB	
100					0000SL					
150										
200										
250										
300										
350										
400										
450									0000BS	

A13

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – ÁRVORES A ENSAIAR

BASE DE DADOS DO UTILIZADOR

Botânica				ENVI-met									
Espécie	diâmetro da copa (m)	altura (m)	classe de diâmetro da copa (m)	altura height (m)	largura width (m)	tipo de folha Leaf type	tipo de fixação de CO_2 CO_2 fixation type	área horizontal de copa (m_2)	volume de copa com folhas (m_3)	área total de folhas (m_2)	DAF (m_2/m_3)	IAF (m_2/m_2)	**ID** Database-ID
Fagus sylvatica L. - Faia	15	25	15	25	15	caduca deciduous	C-3	176.6	1598	1757.8	1.10	9.95	**DI1525**
				25	15	caduca deciduous	C-3	176.6	1598	607.2	0.38	3.44	**CB1525**
Fagus sylvatica L. cv. ***"Dawyck Purple"***	5	20	5	20	5	caduca deciduous	C-3	19.6	294	323.4	1.10	16.48	**DI0520**
				20	5	caduca deciduous	C-3	19.6	294	111.7	0.38	5.69	**CB0520**
Fagus sylvatica L. cv. ***"Purpurea Tricolor"***	10	18	9	18	9	caduca deciduous	C-3	63.6	610	671.0	1.10	10.55	**DI0918**
				18	9	caduca deciduous	C-3	63.6	610	231.8	0.38	3.65	**CB0918**
Prunus cerasifera J. F. Ehrch. cv. ***"Pissardii"*** - *Ameixeira-de-flor*	6 a 8	6 a 8	5	6	5	caduca deciduous	C-3	19.6	56	61.6	1.10	3.14	**DI0506**
				6	5	caduca deciduous	C-3	19.6	56	15.1	0.27	0.77	**CB0506**
Prunus L. cv. ***"Kiku-shidare-zakura"***	3	3	2.2	3	3	caduca deciduous	C-3	7.1	11	12.1	1.10	1.71	**DI0303**
				3	3	caduca deciduous	C-3	7.1	11	3.0	0.27	0.42	**CB0303**
Prunus L. Cv. ***"Kanzan"***	10	10	9	10	9	caduca deciduous	C-3	63.6	237	260.7	1.10	4.10	**DI0910**
				10	9	caduca deciduous	C-3	63.6	237	64.0	0.27	1.01	**CB0910**

A14

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – DADOS CLIMÁTICOS DE 2006

FONTE: IPAM / PORTO-PEDRAS RUBRAS

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
01.07.2006	00:00:00	0	0	0	289.1	92	2.4	169	0.0
01.07.2006	00:30:00	0	0	0	289.2	90	2.0	155	0.0
01.07.2006	01:00:00	0	0	0	289.4	89	1.8	213	0.0
01.07.2006	01:30:00	0	0	0	289.5	88	1.4	149	0.0
01.07.2006	02:00:00	0	0	0	289.4	89	2.0	127	0.0
01.07.2006	02:30:00	0	0	0	289.4	88	2.3	162	0.0
01.07.2006	03:00:00	0	0	0	289.4	88	2.5	146	0.0
01.07.2006	03:30:00	0	0	0	289.4	88	2.2	234	0.0
01.07.2006	04:00:00	0	0	0	289.3	89	3.0	201	0.0
01.07.2006	04:30:00	0	0	0	289.4	89	2.9	186	0.0
01.07.2006	05:00:00	0	0	0	289.4	88	2.1	155	0.0
01.07.2006	05:30:00	0	0	0	289.5	88	1.6	116	0.0
01.07.2006	06:00:00	0	0	0	289.7	87	2.2	121	0.0
01.07.2006	06:30:00	0	0	0	289.9	85	1.5	118	0.0
01.07.2006	07:00:00	0	0	0	290.2	84	1.4	217	0.0
01.07.2006	07:30:00	0	0	0	290.6	82	2.0	123	0.0
01.07.2006	08:00:00	0	0	0	290.8	81	2.2	205	0.0
01.07.2006	08:30:00	0	0	0	291.2	79	2.5	120	0.0
01.07.2006	09:00:00	0	0	0	291.6	74	2.6	187	0.0
01.07.2006	09:30:00	0	0	0	291.9	71	2.5	233	0.0
01.07.2006	10:00:00	0	0	0	292.2	70	2.0	214	0.0
01.07.2006	10:30:00	0	0	0	292.7	68	2.2	169	0.0
01.07.2006	11:00:00	0	0	0	292.9	67	2.2	203	0.0
01.07.2006	11:30:00	0	0	0	293.3	64	2.2	239	0.0
01.07.2006	12:00:00	0	0	0	293.6	64	2.7	226	0.0
01.07.2006	12:30:00	0	0	0	294.0	63	2.7	234	0.0
01.07.2006	13:00:00	0	0	0	294.0	63	3.0	243	0.0
01.07.2006	13:30:00	0	0	0	294.1	62	2.8	231	0.0
01.07.2006	14:00:00	0	0	0	294.9	59	3.7	232	0.0
01.07.2006	14:30:00	0	0	0	294.5	59	3.7	264	0.0
01.07.2006	15:00:00	0	0	0	294.5	58	3.2	262	0.0
01.07.2006	15:30:00	0	0	0	294.5	59	3.0	255	0.0
01.07.2006	16:00:00	0	0	0	294.8	62	3.0	264	0.0
01.07.2006	16:30:00	0	0	0	293.7	63	3.0	240	0.0
01.07.2006	17:00:00	0	0	0	293.2	66	2.1	254	0.0
01.07.2006	17:30:00	0	0	0	293.1	66	2.7	264	0.0
01.07.2006	18:00:00	0	0	0	292.4	69	2.2	278	0.0
01.07.2006	18:30:00	0	0	0	291.8	71	1.6	283	0.0
01.07.2006	19:00:00	0	0	0	291.7	71	1.6	288	0.0
01.07.2006	19:30:00	0	0	0	291.4	73	1.1	283	0.0
01.07.2006	20:00:00	0	0	0	290.4	84	1.3	291	0.0
01.07.2006	20:30:00	0	0	0	289.7	89	1.3	300	0.0
01.07.2006	21:00:00	0	0	0	289.4	91	1.7	303	0.0
01.07.2006	21:30:00	0	0	0	289.8	92	1.5	304	0.0
01.07.2006	22:00:00	0	0	0	289.7	93	1.6	304	0.0
01.07.2006	22:30:00	0	0	0	289.8	94	2.2	302	0.0
01.07.2006	23:00:00	0	0	0	289.8	94	2.5	300	0.0
01.07.2006	23:30:00	0	0	0	289.9	94	1.8	303	0.0
02.07.2006	00:00:00	0	0	0	289.8	93	1.7	349	0.0
02.07.2006	00:30:00	0	0	0	289.7	93	1.0	352	0.0
02.07.2006	01:00:00	0	0	0	289.8	93	1.2	59	0.0
02.07.2006	01:30:00	0	0	0	290.0	91	1.0	316	0.0
02.07.2006	02:00:00	0	0	0	290.1	91	1.4	33	0.0
02.07.2006	02:30:00	0	0	0	290.1	91	1.0	3	0.0
02.07.2006	03:00:00	0	0	0	290.0	91	1.0	299	0.0
02.07.2006	03:30:00	0	0	0	290.1	91	1.0	278	0.0
02.07.2006	04:00:00	0	0	0	290.1	91	1.0	288	0.0
02.07.2006	04:30:00	0	0	0	290.0	92	1.0	283	0.0
02.07.2006	05:00:00	0	0	0	289.9	93	1.0	288	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
02.07.2006	05:30:00	0	0	0	289.8	94	1.6	303	0.0
02.07.2006	06:00:00	0	0	0	289.8	94	1.7	298	0.0
02.07.2006	06:30:00	0	0	0	290.0	94	1.4	307	0.0
02.07.2006	07:00:00	0	0	0	290.3	93	1.0	336	0.0
02.07.2006	07:30:00	0	0	0	290.9	89	1.1	253	0.0
02.07.2006	08:00:00	0	0	0	291.4	88	1.6	259	0.0
02.07.2006	08:30:00	0	0	0	290.9	88	1.8	263	0.0
02.07.2006	09:00:00	0	0	0	291.3	87	2.1	276	0.0
02.07.2006	09:30:00	0	0	0	291.6	85	2.4	298	0.0
02.07.2006	10:00:00	0	0	0	291.8	83	2.9	296	0.0
02.07.2006	10:30:00	0	0	0	292.1	80	2.9	294	0.0
02.07.2006	11:00:00	0	0	0	291.6	83	2.9	282	0.0
02.07.2006	11:30:00	0	0	0	292.2	81	3.4	291	0.0
02.07.2006	12:00:00	0	0	0	292.4	80	2.5	276	0.0
02.07.2006	12:30:00	0	0	0	293.3	76	2.4	283	0.0
02.07.2006	13:00:00	0	0	0	292.9	79	2.9	276	0.0
02.07.2006	13:30:00	0	0	0	293.8	72	2.7	274	0.0
02.07.2006	14:00:00	0	0	0	294.4	68	2.9	264	0.0
02.07.2006	14:30:00	0	0	0	294.7	64	3.3	270	0.0
02.07.2006	15:00:00	0	0	0	294.2	66	3.4	276	0.0
02.07.2006	15:30:00	0	0	0	294.2	67	3.1	270	0.0
02.07.2006	16:00:00	0	0	0	293.5	67	3.2	285	0.0
02.07.2006	16:30:00	0	0	0	292.7	72	2.8	284	0.0
02.07.2006	17:00:00	0	0	0	292.5	74	3.5	287	0.0
02.07.2006	17:30:00	0	0	0	291.7	78	3.0	281	0.0
02.07.2006	18:00:00	0	0	0	291.7	79	2.9	301	0.0
02.07.2006	18:30:00	0	0	0	291.5	81	2.5	294	0.0
02.07.2006	19:00:00	0	0	0	291.0	84	2.6	303	0.0
02.07.2006	19:30:00	0	0	0	290.8	85	2.6	302	0.0
02.07.2006	20:00:00	0	0	0	290.5	87	2.2	304	0.0
02.07.2006	20:30:00	0	0	0	289.7	90	1.7	301	0.0
02.07.2006	21:00:00	0	0	0	289.4	91	1.3	296	0.0
02.07.2006	21:30:00	0	0	0	289.2	91	1.4	299	0.0
02.07.2006	22:00:00	0	0	0	289.0	91	1.4	297	0.0
02.07.2006	22:30:00	0	0	0	288.8	92	1.2	303	0.0
02.07.2006	23:00:00	0	0	0	288.9	93	1.0	301	0.0
02.07.2006	23:30:00	0	0	0	288.8	93	1.0	307	0.0
03.07.2006	00:00:00	0	0	0	288.9	93	1.0	59	0.0
03.07.2006	00:30:00	0	0	0	288.6	93	1.1	122	0.0
03.07.2006	01:00:00	0	0	0	288.6	94	1.0	125	0.0
03.07.2006	01:30:00	0	0	0	288.4	94	1.0	42	0.0
03.07.2006	02:00:00	0	0	0	288.3	94	1.3	73	0.0
03.07.2006	02:30:00	0	0	0	288.2	93	1.4	91	0.0
03.07.2006	03:00:00	0	0	0	288.1	93	1.5	82	0.0
03.07.2006	03:30:00	0	0	0	288.1	93	1.5	86	0.0
03.07.2006	04:00:00	0	0	0	287.9	93	1.8	88	0.0
03.07.2006	04:30:00	0	0	0	287.9	93	1.2	102	0.0
03.07.2006	05:00:00	0	0	0	287.8	94	2.4	76	0.0
03.07.2006	05:30:00	0	0	0	287.5	94	1.5	75	0.0
03.07.2006	06:00:00	0	0	0	287.3	95	1.9	94	0.0
03.07.2006	06:30:00	0	0	0	288.0	95	1.2	84	0.0
03.07.2006	07:00:00	0	0	0	288.7	95	1.4	82	0.0
03.07.2006	07:30:00	0	0	0	289.8	90	1.7	69	0.0
03.07.2006	08:00:00	0	0	0	291.3	81	1.0	58	0.0
03.07.2006	08:30:00	0	0	0	292.9	70	1.0	40	0.0
03.07.2006	09:00:00	0	0	0	293.4	66	1.1	30	0.0
03.07.2006	09:30:00	0	0	0	293.8	59	1.1	337	0.0
03.07.2006	10:00:00	0	0	0	293.7	69	1.8	258	0.0
03.07.2006	10:30:00	0	0	0	295.1	64	2.1	247	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
03.07.2006	11:00:00	0	0	0	294.1	66	2.8	263	0.0
03.07.2006	11:30:00	0	0	0	294.3	65	3.1	268	0.0
03.07.2006	12:00:00	0	0	0	294.7	61	3.2	273	0.0
03.07.2006	12:30:00	0	0	0	294.4	63	3.3	278	0.0
03.07.2006	13:00:00	0	0	0	293.8	63	3.6	294	0.0
03.07.2006	13:30:00	0	0	0	294.0	63	4.3	292	0.0
03.07.2006	14:00:00	0	0	0	293.3	65	3.9	294	0.0
03.07.2006	14:30:00	0	0	0	293.9	63	4.6	304	0.0
03.07.2006	15:00:00	0	0	0	293.7	65	3.8	292	0.0
03.07.2006	15:30:00	0	0	0	293.0	65	4.4	299	0.0
03.07.2006	16:00:00	0	0	0	294.1	62	4.3	301	0.0
03.07.2006	16:30:00	0	0	0	294.1	60	3.1	301	0.0
03.07.2006	17:00:00	0	0	0	295.2	55	3.4	299	0.0
03.07.2006	17:30:00	0	0	0	295.8	53	3.0	300	0.0
03.07.2006	18:00:00	0	0	0	295.3	62	3.3	284	0.0
03.07.2006	18:30:00	0	0	0	293.7	69	3.1	298	0.0
03.07.2006	19:00:00	0	0	0	293.0	71	2.8	284	0.0
03.07.2006	19:30:00	0	0	0	291.4	79	3.0	294	0.0
03.07.2006	20:00:00	0	0	0	290.5	86	2.8	291	0.0
03.07.2006	20:30:00	0	0	0	290.1	89	3.1	305	0.0
03.07.2006	21:00:00	0	0	0	289.6	90	2.8	302	0.0
03.07.2006	21:30:00	0	0	0	289.8	90	3.5	304	0.0
03.07.2006	22:00:00	0	0	0	289.6	91	3.0	294	0.0
03.07.2006	22:30:00	0	0	0	289.8	90	2.4	289	0.0
03.07.2006	23:00:00	0	0	0	289.6	89	1.0	354	0.0
03.07.2006	23:30:00	0	0	0	289.8	87	1.0	338	0.0
04.07.2006	00:00:00	0	0	0	289.8	86	1.0	233	0.0
04.07.2006	00:30:00	0	0	0	290.0	85	1.3	235	0.0
04.07.2006	01:00:00	0	0	0	289.8	86	1.5	273	0.0
04.07.2006	01:30:00	0	0	0	289.2	91	1.0	251	0.0
04.07.2006	02:00:00	0	0	0	289.1	92	1.0	281	0.0
04.07.2006	02:30:00	0	0	0	289.3	93	1.4	255	0.0
04.07.2006	03:00:00	0	0	0	289.4	93	1.0	311	0.0
04.07.2006	03:30:00	0	0	0	289.5	93	1.0	282	0.0
04.07.2006	04:00:00	0	0	0	289.6	93	1.0	280	0.0
04.07.2006	04:30:00	0	0	0	289.5	93	1.0	117	0.0
04.07.2006	05:00:00	0	0	0	289.3	93	1.0	115	0.0
04.07.2006	05:30:00	0	0	0	289.8	93	1.0	234	0.0
04.07.2006	06:00:00	0	0	0	290.1	92	1.0	253	0.1
04.07.2006	06:30:00	0	0	0	290.2	93	1.7	246	0.0
04.07.2006	07:00:00	0	0	0	289.9	93	1.4	260	0.0
04.07.2006	07:30:00	0	0	0	289.9	92	2.9	303	0.0
04.07.2006	08:00:00	0	0	0	290.4	89	3.4	302	0.0
04.07.2006	08:30:00	0	0	0	291.5	84	2.3	296	0.0
04.07.2006	09:00:00	0	0	0	292.5	77	3.5	297	0.0
04.07.2006	09:30:00	0	0	0	294.0	65	2.1	343	0.0
04.07.2006	10:00:00	0	0	0	292.4	74	3.0	276	0.0
04.07.2006	10:30:00	0	0	0	292.4	72	4.5	289	0.0
04.07.2006	11:00:00	0	0	0	293.4	69	3.4	289	0.0
04.07.2006	11:30:00	0	0	0	293.1	71	4.7	299	0.0
04.07.2006	12:00:00	0	0	0	293.4	71	4.6	298	0.0
04.07.2006	12:30:00	0	0	0	293.5	72	5.0	292	0.0
04.07.2006	13:00:00	0	0	0	293.5	71	5.8	291	0.0
04.07.2006	13:30:00	0	0	0	293.6	72	6.7	303	0.0
04.07.2006	14:00:00	0	0	0	293.6	70	5.8	292	0.0
04.07.2006	14:30:00	0	0	0	293.7	69	7.3	303	0.0
04.07.2006	15:00:00	0	0	0	294.0	72	4.8	291	0.0
04.07.2006	15:30:00	0	0	0	292.8	74	6.1	302	0.0
04.07.2006	16:00:00	0	0	0	293.5	73	4.9	295	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
04.07.2006	16:30:00	0	0	0	293.1	76	4.6	293	0.0
04.07.2006	17:00:00	0	0	0	292.9	76	4.6	297	0.0
04.07.2006	17:30:00	0	0	0	292.8	76	5.3	303	0.0
04.07.2006	18:00:00	0	0	0	292.0	80	5.2	302	0.0
04.07.2006	18:30:00	0	0	0	291.5	81	5.3	301	0.0
04.07.2006	19:00:00	0	0	0	291.0	85	4.9	302	0.0
04.07.2006	19:30:00	0	0	0	290.8	86	4.2	300	0.0
04.07.2006	20:00:00	0	0	0	290.4	87	4.2	303	0.0
04.07.2006	20:30:00	0	0	0	290.2	88	3.9	304	0.0
04.07.2006	21:00:00	0	0	0	289.6	90	3.2	305	0.0
04.07.2006	21:30:00	0	0	0	289.6	90	3.1	303	0.0
04.07.2006	22:00:00	0	0	0	289.6	90	3.3	304	0.0
04.07.2006	22:30:00	0	0	0	289.4	91	2.2	303	0.0
04.07.2006	23:00:00	0	0	0	289.6	92	2.1	301	0.0
04.07.2006	23:30:00	0	0	0	289.4	92	1.6	298	0.0
05.07.2006	00:00:00	0	0	0	289.3	93	1.4	289	0.0
05.07.2006	00:30:00	0	0	0	289.1	93	1.4	303	0.0
05.07.2006	01:00:00	0	0	0	289.1	94	1.3	295	0.0
05.07.2006	01:30:00	0	0	0	289.6	93	1.0	300	0.0
05.07.2006	02:00:00	0	0	0	289.7	93	1.0	322	0.0
05.07.2006	02:30:00	0	0	0	289.6	92	1.0	239	0.0
05.07.2006	03:00:00	0	0	0	289.4	92	1.0	0	0.0
05.07.2006	03:30:00	0	0	0	289.7	92	1.0	272	0.0
05.07.2006	04:00:00	0	0	0	289.9	92	1.0	219	0.0
05.07.2006	04:30:00	0	0	0	289.9	92	1.0	100	0.0
05.07.2006	05:00:00	0	0	0	290.0	91	1.0	118	0.0
05.07.2006	05:30:00	0	0	0	290.0	91	1.0	255	0.0
05.07.2006	06:00:00	0	0	0	290.1	91	1.8	303	0.0
05.07.2006	06:30:00	0	0	0	290.0	92	1.8	320	0.0
05.07.2006	07:00:00	0	0	0	290.3	90	1.4	32	0.0
05.07.2006	07:30:00	0	0	0	291.5	84	1.1	334	0.0
05.07.2006	08:00:00	0	0	0	292.6	77	3.0	28	0.0
05.07.2006	08:30:00	0	0	0	291.8	82	3.5	304	0.0
05.07.2006	09:00:00	0	0	0	292.1	78	3.2	297	0.0
05.07.2006	09:30:00	0	0	0	292.6	77	4.6	302	0.0
05.07.2006	10:00:00	0	0	0	292.6	78	5.4	303	0.0
05.07.2006	10:30:00	0	0	0	293.2	74	5.9	304	0.0
05.07.2006	11:00:00	0	0	0	293.5	74	5.4	302	0.0
05.07.2006	11:30:00	0	0	0	294.4	68	5.3	303	0.0
05.07.2006	12:00:00	0	0	0	294.5	69	6.3	304	0.0
05.07.2006	12:30:00	0	0	0	293.9	70	6.9	303	0.0
05.07.2006	13:00:00	0	0	0	294.1	67	8.5	304	0.0
05.07.2006	13:30:00	0	0	0	293.9	66	8.4	305	0.0
05.07.2006	14:00:00	0	0	0	293.6	65	8.5	304	0.0
05.07.2006	14:30:00	0	0	0	293.8	62	9.2	300	0.0
05.07.2006	15:00:00	0	0	0	293.9	59	8.5	304	0.0
05.07.2006	15:30:00	0	0	0	293.3	60	8.5	304	0.0
05.07.2006	16:00:00	0	0	0	293.0	60	7.8	304	0.0
05.07.2006	16:30:00	0	0	0	292.6	65	9.3	300	0.0
05.07.2006	17:00:00	0	0	0	292.4	67	8.0	301	0.0
05.07.2006	17:30:00	0	0	0	291.9	67	8.6	302	0.0
05.07.2006	18:00:00	0	0	0	291.6	65	7.8	303	0.0
05.07.2006	18:30:00	0	0	0	290.9	68	8.8	300	0.0
05.07.2006	19:00:00	0	0	0	290.4	71	8.3	298	0.0
05.07.2006	19:30:00	0	0	0	289.9	75	7.3	303	0.0
05.07.2006	20:00:00	0	0	0	289.4	79	6.2	302	0.0
05.07.2006	20:30:00	0	0	0	288.9	80	5.1	298	0.0
05.07.2006	21:00:00	0	0	0	288.9	79	5.0	296	0.0
05.07.2006	21:30:00	0	0	0	288.7	80	5.3	293	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
05.07.2006	22:00:00	0	0	0	288.4	82	4.0	291	0.0
05.07.2006	22:30:00	0	0	0	288.0	83	3.3	297	0.0
05.07.2006	23:00:00	0	0	0	287.4	85	1.7	287	0.0
05.07.2006	23:30:00	0	0	0	287.0	87	2.4	294	0.0
06.07.2006	00:00:00	0	0	0	286.8	87	2.0	289	0.0
06.07.2006	00:30:00	0	0	0	286.8	89	1.3	38	0.0
06.07.2006	01:00:00	0	0	0	286.7	89	1.3	287	0.0
06.07.2006	01:30:00	0	0	0	287.0	88	1.8	59	0.0
06.07.2006	02:00:00	0	0	0	287.1	86	1.7	84	0.0
06.07.2006	02:30:00	0	0	0	287.4	84	1.0	42	0.0
06.07.2006	03:00:00	0	0	0	286.6	87	1.0	0	0.0
06.07.2006	03:30:00	0	0	0	286.5	88	1.0	299	0.0
06.07.2006	04:00:00	0	0	0	286.0	88	1.2	73	0.0
06.07.2006	04:30:00	0	0	0	285.8	85	1.5	45	0.0
06.07.2006	05:00:00	0	0	0	285.8	89	1.0	73	0.0
06.07.2006	05:30:00	0	0	0	285.3	88	1.0	338	0.0
06.07.2006	06:00:00	0	0	0	286.4	89	1.0	17	0.0
06.07.2006	06:30:00	0	0	0	288.1	84	1.0	332	0.0
06.07.2006	07:00:00	0	0	0	289.1	79	1.8	316	0.0
06.07.2006	07:30:00	0	0	0	290.4	73	1.7	45	0.0
06.07.2006	08:00:00	0	0	0	291.5	66	2.0	345	0.0
06.07.2006	08:30:00	0	0	0	293.0	61	1.3	52	0.0
06.07.2006	09:00:00	0	0	0	293.0	64	2.4	296	0.0
06.07.2006	09:30:00	0	0	0	292.9	63	3.5	306	0.0
06.07.2006	10:00:00	0	0	0	293.2	61	3.2	295	0.0
06.07.2006	10:30:00	0	0	0	293.4	59	3.5	292	0.0
06.07.2006	11:00:00	0	0	0	293.6	57	3.3	290	0.0
06.07.2006	11:30:00	0	0	0	294.4	55	4.8	304	0.0
06.07.2006	12:00:00	0	0	0	294.5	52	5.4	304	0.0
06.07.2006	12:30:00	0	0	0	294.9	53	5.5	302	0.0
06.07.2006	13:00:00	0	0	0	295.8	52	5.9	306	0.0
06.07.2006	13:30:00	0	0	0	296.0	54	5.3	304	0.0
06.07.2006	14:00:00	0	0	0	296.0	55	5.5	303	0.0
06.07.2006	14:30:00	0	0	0	296.2	56	5.2	301	0.0
06.07.2006	15:00:00	0	0	0	296.1	57	5.4	303	0.0
06.07.2006	15:30:00	0	0	0	295.9	57	6.9	305	0.0
06.07.2006	16:00:00	0	0	0	295.4	59	7.1	302	0.0
06.07.2006	16:30:00	0	0	0	295.1	60	6.3	306	0.0
06.07.2006	17:00:00	0	0	0	295.5	59	6.8	301	0.0
06.07.2006	17:30:00	0	0	0	294.9	61	6.0	304	0.0
06.07.2006	18:00:00	0	0	0	294.7	60	7.2	300	0.0
06.07.2006	18:30:00	0	0	0	294.1	63	5.8	300	0.0
06.07.2006	19:00:00	0	0	0	293.3	66	4.8	301	0.0
06.07.2006	19:30:00	0	0	0	292.4	69	4.9	292	0.0
06.07.2006	20:00:00	0	0	0	291.6	73	4.3	294	0.0
06.07.2006	20:30:00	0	0	0	290.8	77	3.6	288	0.0
06.07.2006	21:00:00	0	0	0	290.4	80	3.3	289	0.0
06.07.2006	21:30:00	0	0	0	290.0	81	1.8	297	0.0
06.07.2006	22:00:00	0	0	0	289.6	83	1.6	300	0.0
06.07.2006	22:30:00	0	0	0	289.3	85	1.4	326	0.0
06.07.2006	23:00:00	0	0	0	290.3	82	1.3	64	0.0
06.07.2006	23:30:00	0	0	0	290.8	78	1.0	48	0.0
07.07.2006	00:00:00	0	0	0	290.5	81	1.0	23	0.0
07.07.2006	00:30:00	0	0	0	289.7	82	1.6	283	0.0
07.07.2006	01:00:00	0	0	0	289.7	83	1.4	16	0.0
07.07.2006	01:30:00	0	0	0	290.0	83	1.0	52	0.0
07.07.2006	02:00:00	0	0	0	289.4	85	1.0	242	0.0
07.07.2006	02:30:00	0	0	0	289.5	84	1.3	229	0.0
07.07.2006	03:00:00	0	0	0	288.8	87	1.1	203	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
07.07.2006	03:30:00	0	0	0	287.9	90	1.2	188	0.0
07.07.2006	04:00:00	0	0	0	287.9	90	1.1	102	0.0
07.07.2006	04:30:00	0	0	0	288.0	90	1.0	138	0.0
07.07.2006	05:00:00	0	0	0	288.0	90	1.0	165	0.0
07.07.2006	05:30:00	0	0	0	288.1	91	1.0	107	0.0
07.07.2006	06:00:00	0	0	0	288.9	89	1.0	110	0.0
07.07.2006	06:30:00	0	0	0	289.9	85	1.0	294	0.0
07.07.2006	07:00:00	0	0	0	291.3	83	1.4	324	0.0
07.07.2006	07:30:00	0	0	0	292.5	75	1.6	318	0.0
07.07.2006	08:00:00	0	0	0	294.7	65	1.1	341	0.0
07.07.2006	08:30:00	0	0	0	297.3	55	1.2	354	0.0
07.07.2006	09:00:00	0	0	0	298.6	49	2.7	326	0.0
07.07.2006	09:30:00	0	0	0	295.9	62	3.0	301	0.0
07.07.2006	10:00:00	0	0	0	296.7	58	3.4	301	0.0
07.07.2006	10:30:00	0	0	0	297.7	54	3.8	303	0.0
07.07.2006	11:00:00	0	0	0	298.7	51	3.8	297	0.0
07.07.2006	11:30:00	0	0	0	298.0	51	4.0	301	0.0
07.07.2006	12:00:00	0	0	0	298.7	47	5.4	304	0.0
07.07.2006	12:30:00	0	0	0	298.4	48	4.5	304	0.0
07.07.2006	13:00:00	0	0	0	296.8	53	5.3	303	0.0
07.07.2006	13:30:00	0	0	0	296.3	57	5.9	305	0.0
07.07.2006	14:00:00	0	0	0	296.7	57	5.6	303	0.0
07.07.2006	14:30:00	0	0	0	297.1	54	6.0	304	0.0
07.07.2006	15:00:00	0	0	0	295.9	58	6.2	306	0.0
07.07.2006	15:30:00	0	0	0	296.2	57	6.1	304	0.0
07.07.2006	16:00:00	0	0	0	295.8	56	6.3	304	0.0
07.07.2006	16:30:00	0	0	0	295.3	56	6.8	303	0.0
07.07.2006	17:00:00	0	0	0	295.2	55	6.0	304	0.0
07.07.2006	17:30:00	0	0	0	295.0	53	5.7	304	0.0
07.07.2006	18:00:00	0	0	0	294.2	54	6.3	304	0.0
07.07.2006	18:30:00	0	0	0	293.2	60	5.9	305	0.0
07.07.2006	19:00:00	0	0	0	292.6	63	5.4	306	0.0
07.07.2006	19:30:00	0	0	0	291.3	71	5.7	305	0.0
07.07.2006	20:00:00	0	0	0	290.6	73	5.4	299	0.0
07.07.2006	20:30:00	0	0	0	290.5	75	5.4	293	0.0
07.07.2006	21:00:00	0	0	0	289.8	82	4.1	297	0.0
07.07.2006	21:30:00	0	0	0	289.5	85	3.5	289	0.0
07.07.2006	22:00:00	0	0	0	289.2	87	4.6	294	0.0
07.07.2006	22:30:00	0	0	0	288.9	89	2.6	295	0.0
07.07.2006	23:00:00	0	0	0	288.6	90	2.1	291	0.0
07.07.2006	23:30:00	0	0	0	288.4	90	1.0	302	0.0
08.07.2006	00:00:00	0	0	0	288.3	90	1.6	299	0.0
08.07.2006	00:30:00	0	0	0	288.4	90	2.4	292	0.0
08.07.2006	01:00:00	0	0	0	288.1	90	1.0	306	0.0
08.07.2006	01:30:00	0	0	0	287.9	90	1.0	300	0.0
08.07.2006	02:00:00	0	0	0	287.6	91	1.0	314	0.0
08.07.2006	02:30:00	0	0	0	287.6	91	1.0	305	0.0
08.07.2006	03:00:00	0	0	0	287.4	91	1.0	304	0.0
08.07.2006	03:30:00	0	0	0	287.3	92	1.0	334	0.0
08.07.2006	04:00:00	0	0	0	286.9	92	1.2	125	0.0
08.07.2006	04:30:00	0	0	0	286.8	93	1.6	133	0.0
08.07.2006	05:00:00	0	0	0	287.3	93	1.8	149	0.0
08.07.2006	05:30:00	0	0	0	287.4	93	1.8	139	0.0
08.07.2006	06:00:00	0	0	0	287.3	93	1.9	110	0.0
08.07.2006	06:30:00	0	0	0	287.3	94	1.6	115	0.0
08.07.2006	07:00:00	0	0	0	288.0	95	1.1	234	0.0
08.07.2006	07:30:00	0	0	0	289.3	94	1.1	175	0.0
08.07.2006	08:00:00	0	0	0	289.4	88	2.3	252	0.0
08.07.2006	08:30:00	0	0	0	288.3	92	1.9	235	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
08.07.2006	09:00:00	0	0	0	289.8	89	1.4	195	0.0
08.07.2006	09:30:00	0	0	0	291.6	79	1.4	191	0.0
08.07.2006	10:00:00	0	0	0	293.4	70	1.7	265	0.0
08.07.2006	10:30:00	0	0	0	292.2	75	2.1	237	0.0
08.07.2006	11:00:00	0	0	0	292.6	73	2.1	262	0.0
08.07.2006	11:30:00	0	0	0	293.1	70	2.2	274	0.0
08.07.2006	12:00:00	0	0	0	293.8	65	3.8	300	0.0
08.07.2006	12:30:00	0	0	0	294.2	63	5.3	305	0.0
08.07.2006	13:00:00	0	0	0	295.6	59	4.8	303	0.0
08.07.2006	13:30:00	0	0	0	295.6	60	4.8	301	0.0
08.07.2006	14:00:00	0	0	0	295.9	60	4.1	299	0.0
08.07.2006	14:30:00	0	0	0	295.5	62	3.6	293	0.0
08.07.2006	15:00:00	0	0	0	294.4	66	6.6	304	0.0
08.07.2006	15:30:00	0	0	0	295.0	64	6.3	305	0.0
08.07.2006	16:00:00	0	0	0	294.8	64	6.3	301	0.0
08.07.2006	16:30:00	0	0	0	294.7	65	6.1	304	0.0
08.07.2006	17:00:00	0	0	0	293.9	69	5.8	303	0.0
08.07.2006	17:30:00	0	0	0	293.4	71	6.3	305	0.0
08.07.2006	18:00:00	0	0	0	292.7	74	6.5	303	0.0
08.07.2006	18:30:00	0	0	0	291.9	77	7.3	304	0.0
08.07.2006	19:00:00	0	0	0	291.1	82	7.0	302	0.0
08.07.2006	19:30:00	0	0	0	290.6	85	5.6	303	0.0
08.07.2006	20:00:00	0	0	0	289.7	89	5.2	302	0.0
08.07.2006	20:30:00	0	0	0	289.3	91	4.5	303	0.0
08.07.2006	21:00:00	0	0	0	289.1	92	3.3	305	0.0
08.07.2006	21:30:00	0	0	0	288.9	92	2.9	304	0.0
08.07.2006	22:00:00	0	0	0	288.6	93	1.5	305	0.0
08.07.2006	22:30:00	0	0	0	288.6	93	2.0	298	0.0
08.07.2006	23:00:00	0	0	0	288.7	93	2.1	293	0.0
08.07.2006	23:30:00	0	0	0	289.0	93	3.5	294	0.0
09.07.2006	00:00:00	0	0	0	288.8	93	2.9	288	0.0
09.07.2006	00:30:00	0	0	0	288.5	94	2.3	295	0.0
09.07.2006	01:00:00	0	0	0	288.2	94	1.5	23	0.0
09.07.2006	01:30:00	0	0	0	287.9	94	1.4	296	0.0
09.07.2006	02:00:00	0	0	0	287.9	94	1.0	298	0.0
09.07.2006	02:30:00	0	0	0	288.1	95	1.0	298	0.0
09.07.2006	03:00:00	0	0	0	288.0	95	1.0	105	0.0
09.07.2006	03:30:00	0	0	0	287.1	95	1.2	123	0.0
09.07.2006	04:00:00	0	0	0	287.7	96	1.5	233	0.0
09.07.2006	04:30:00	0	0	0	288.1	96	1.8	162	0.0
09.07.2006	05:00:00	0	0	0	288.0	96	1.1	140	0.0
09.07.2006	05:30:00	0	0	0	287.9	96	1.0	300	0.0
09.07.2006	06:00:00	0	0	0	288.0	96	1.4	56	0.0
09.07.2006	06:30:00	0	0	0	288.0	96	1.8	79	0.0
09.07.2006	07:00:00	0	0	0	288.2	96	1.9	88	0.0
09.07.2006	07:30:00	0	0	0	288.4	96	1.0	80	0.0
09.07.2006	08:00:00	0	0	0	289.5	96	1.0	301	0.0
09.07.2006	08:30:00	0	0	0	290.9	96	2.0	300	0.0
09.07.2006	09:00:00	0	0	0	292.2	83	2.9	302	0.0
09.07.2006	09:30:00	0	0	0	291.4	83	2.7	301	0.0
09.07.2006	10:00:00	0	0	0	293.3	72	3.3	302	0.0
09.07.2006	10:30:00	0	0	0	293.8	67	4.0	306	0.0
09.07.2006	11:00:00	0	0	0	294.9	66	3.2	296	0.0
09.07.2006	11:30:00	0	0	0	295.2	64	3.7	291	0.0
09.07.2006	12:00:00	0	0	0	295.3	64	3.4	293	0.0
09.07.2006	12:30:00	0	0	0	295.6	62	4.3	297	0.0
09.07.2006	13:00:00	0	0	0	295.7	62	5.1	304	0.0
09.07.2006	13:30:00	0	0	0	296.1	60	4.4	303	0.0
09.07.2006	14:00:00	0	0	0	296.1	60	4.1	301	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
09.07.2006	14:30:00	0	0	0	296.5	59	4.5	302	0.0
09.07.2006	15:00:00	0	0	0	296.3	59	4.8	302	0.0
09.07.2006	15:30:00	0	0	0	295.7	59	4.8	305	0.0
09.07.2006	16:00:00	0	0	0	295.8	62	4.6	303	0.0
09.07.2006	16:30:00	0	0	0	295.4	65	4.3	302	0.0
09.07.2006	17:00:00	0	0	0	295.1	67	4.4	303	0.0
09.07.2006	17:30:00	0	0	0	294.9	68	3.8	302	0.0
09.07.2006	18:00:00	0	0	0	294.7	68	3.2	302	0.0
09.07.2006	18:30:00	0	0	0	293.9	72	3.0	300	0.0
09.07.2006	19:00:00	0	0	0	292.3	79	4.2	305	0.0
09.07.2006	19:30:00	0	0	0	291.0	85	3.0	298	0.0
09.07.2006	20:00:00	0	0	0	289.8	91	3.2	304	0.0
09.07.2006	20:30:00	0	0	0	289.4	94	2.0	301	0.0
09.07.2006	21:00:00	0	0	0	289.2	94	3.0	301	0.0
09.07.2006	21:30:00	0	0	0	289.1	95	1.0	290	0.0
09.07.2006	22:00:00	0	0	0	289.0	95	1.0	310	0.0
09.07.2006	22:30:00	0	0	0	288.8	95	1.4	157	0.0
09.07.2006	23:00:00	0	0	0	289.1	95	2.3	220	0.0
09.07.2006	23:30:00	0	0	0	288.8	95	3.6	155	0.0
10.07.2006	00:00:00	0	0	0	288.4	96	3.1	114	0.0
10.07.2006	00:30:00	0	0	0	288.2	96	3.3	154	0.0
10.07.2006	01:00:00	0	0	0	288.0	96	3.1	124	0.0
10.07.2006	01:30:00	0	0	0	288.1	96	2.5	180	0.0
10.07.2006	02:00:00	0	0	0	288.2	96	1.9	144	0.0
10.07.2006	02:30:00	0	0	0	288.2	96	2.2	185	0.0
10.07.2006	03:00:00	0	0	0	288.4	96	3.2	189	0.0
10.07.2006	03:30:00	0	0	0	288.4	96	2.2	133	0.0
10.07.2006	04:00:00	0	0	0	288.4	96	1.0	140	0.0
10.07.2006	04:30:00	0	0	0	288.4	96	1.3	125	0.0
10.07.2006	05:00:00	0	0	0	288.4	96	1.0	43	0.0
10.07.2006	05:30:00	0	0	0	288.5	97	1.0	207	0.0
10.07.2006	06:00:00	0	0	0	288.5	97	1.3	145	0.0
10.07.2006	06:30:00	0	0	0	288.5	97	1.0	248	0.0
10.07.2006	07:00:00	0	0	0	288.6	97	1.0	223	0.0
10.07.2006	07:30:00	0	0	0	289.0	97	1.0	78	0.0
10.07.2006	08:00:00	0	0	0	289.6	97	1.0	261	0.0
10.07.2006	08:30:00	0	0	0	289.6	97	1.8	239	0.0
10.07.2006	09:00:00	0	0	0	289.8	95	2.6	233	0.0
10.07.2006	09:30:00	0	0	0	290.6	90	1.6	212	0.0
10.07.2006	10:00:00	0	0	0	291.7	84	1.6	245	0.0
10.07.2006	10:30:00	0	0	0	293.0	80	2.0	222	0.0
10.07.2006	11:00:00	0	0	0	293.4	76	2.2	231	0.0
10.07.2006	11:30:00	0	0	0	293.8	75	2.6	233	0.0
10.07.2006	12:00:00	0	0	0	294.9	70	2.6	227	0.0
10.07.2006	12:30:00	0	0	0	295.2	68	3.0	234	0.0
10.07.2006	13:00:00	0	0	0	295.7	66	2.4	226	0.0
10.07.2006	13:30:00	0	0	0	294.6	71	2.9	239	0.0
10.07.2006	14:00:00	0	0	0	294.0	73	3.0	240	0.0
10.07.2006	14:30:00	0	0	0	292.7	77	2.8	259	0.0
10.07.2006	15:00:00	0	0	0	294.2	72	2.2	287	0.0
10.07.2006	15:30:00	0	0	0	295.5	65	2.5	279	0.0
10.07.2006	16:00:00	0	0	0	295.6	64	2.9	287	0.0
10.07.2006	16:30:00	0	0	0	295.7	64	3.7	302	0.0
10.07.2006	17:00:00	0	0	0	294.7	68	2.9	297	0.0
10.07.2006	17:30:00	0	0	0	294.6	70	2.3	289	0.0
10.07.2006	18:00:00	0	0	0	294.0	73	2.1	278	0.0
10.07.2006	18:30:00	0	0	0	294.0	73	1.7	298	0.0
10.07.2006	19:00:00	0	0	0	293.8	74	2.1	274	0.0
10.07.2006	19:30:00	0	0	0	292.5	79	1.6	282	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
10.07.2006	20:00:00	0	0	0	291.3	84	1.3	279	0.0
10.07.2006	20:30:00	0	0	0	289.8	89	1.1	303	0.0
10.07.2006	21:00:00	0	0	0	290.0	90	1.3	117	0.0
10.07.2006	21:30:00	0	0	0	290.1	89	1.2	153	0.0
10.07.2006	22:00:00	0	0	0	290.9	84	1.0	234	0.0
10.07.2006	22:30:00	0	0	0	290.1	87	1.8	231	0.0
10.07.2006	23:00:00	0	0	0	289.4	90	1.0	60	0.0
10.07.2006	23:30:00	0	0	0	289.6	92	2.7	198	0.0
11.07.2006	00:00:00	0	0	0	289.4	92	1.6	123	0.0
11.07.2006	00:30:00	0	0	0	289.3	93	1.6	222	0.0
11.07.2006	01:00:00	0	0	0	289.1	93	1.4	218	0.0
11.07.2006	01:30:00	0	0	0	288.5	94	1.0	119	0.0
11.07.2006	02:00:00	0	0	0	288.6	94	1.0	114	0.0
11.07.2006	02:30:00	0	0	0	289.0	94	1.0	119	0.0
11.07.2006	03:00:00	0	0	0	288.8	94	1.1	159	0.0
11.07.2006	03:30:00	0	0	0	289.7	93	2.7	184	0.0
11.07.2006	04:00:00	0	0	0	289.6	92	1.5	109	0.0
11.07.2006	04:30:00	0	0	0	290.5	91	3.4	55	0.0
11.07.2006	05:00:00	0	0	0	292.0	84	3.9	156	0.0
11.07.2006	05:30:00	0	0	0	289.7	92	1.8	289	0.0
11.07.2006	06:00:00	0	0	0	290.3	90	1.0	344	0.0
11.07.2006	06:30:00	0	0	0	290.2	91	2.7	58	0.0
11.07.2006	07:00:00	0	0	0	291.1	87	2.4	5	0.0
11.07.2006	07:30:00	0	0	0	293.2	80	1.5	57	0.0
11.07.2006	08:00:00	0	0	0	294.7	71	1.1	210	0.0
11.07.2006	08:30:00	0	0	0	296.9	63	1.1	155	0.0
11.07.2006	09:00:00	0	0	0	296.8	64	2.8	243	0.0
11.07.2006	09:30:00	0	0	0	296.1	65	2.5	236	0.0
11.07.2006	10:00:00	0	0	0	296.7	63	2.0	246	0.0
11.07.2006	10:30:00	0	0	0	297.3	61	2.2	265	0.0
11.07.2006	11:00:00	0	0	0	297.4	61	2.3	295	0.0
11.07.2006	11:30:00	0	0	0	298.1	59	3.0	300	0.0
11.07.2006	12:00:00	0	0	0	299.6	55	3.1	301	0.0
11.07.2006	12:30:00	0	0	0	300.5	53	2.6	298	0.0
11.07.2006	13:00:00	0	0	0	300.2	52	3.9	300	0.0
11.07.2006	13:30:00	0	0	0	300.7	49	3.5	287	0.0
11.07.2006	14:00:00	0	0	0	301.1	49	4.7	299	0.0
11.07.2006	14:30:00	0	0	0	302.1	46	3.9	298	0.0
11.07.2006	15:00:00	0	0	0	301.8	47	3.3	295	0.0
11.07.2006	15:30:00	0	0	0	301.7	48	2.6	299	0.0
11.07.2006	16:00:00	0	0	0	302.0	48	2.7	303	0.0
11.07.2006	16:30:00	0	0	0	301.1	50	3.1	305	0.0
11.07.2006	17:00:00	0	0	0	301.1	51	2.7	300	0.0
11.07.2006	17:30:00	0	0	0	301.9	47	4.4	292	0.0
11.07.2006	18:00:00	0	0	0	302.5	44	2.4	302	0.0
11.07.2006	18:30:00	0	0	0	302.2	47	1.5	254	0.0
11.07.2006	19:00:00	0	0	0	298.6	57	1.0	288	0.0
11.07.2006	19:30:00	0	0	0	297.2	60	1.1	287	0.0
11.07.2006	20:00:00	0	0	0	296.0	63	1.0	235	0.0
11.07.2006	20:30:00	0	0	0	294.5	67	1.0	253	0.0
11.07.2006	21:00:00	0	0	0	292.7	73	1.0	299	0.0
11.07.2006	21:30:00	0	0	0	293.3	72	2.2	164	0.0
11.07.2006	22:00:00	0	0	0	293.8	70	2.7	216	0.0
11.07.2006	22:30:00	0	0	0	292.5	77	2.4	107	0.0
11.07.2006	23:00:00	0	0	0	292.6	77	2.4	117	0.0
11.07.2006	23:30:00	0	0	0	292.6	77	2.5	176	0.0
12.07.2006	00:00:00	0	0	0	292.1	80	2.8	122	0.0
12.07.2006	01:00:00	0	0	0	291.3	86	2.8	106	0.0
12.07.2006	01:30:00	0	0	0	291.1	86	1.4	120	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
12.07.2006	02:00:00	0	0	0	291.4	85	1.4	232	0.0
12.07.2006	03:00:00	0	0	0	292.0	82	1.1	87	0.0
12.07.2006	03:30:00	0	0	0	291.1	86	1.3	303	0.0
12.07.2006	04:00:00	0	0	0	290.4	88	1.6	290	0.0
12.07.2006	05:00:00	0	0	0	289.8	91	1.5	295	0.0
12.07.2006	05:30:00	0	0	0	290.8	89	2.5	302	0.0
12.07.2006	06:00:00	0	0	0	291.0	88	1.8	324	0.0
12.07.2006	07:00:00	0	0	0	293.7	77	2.5	70	0.0
12.07.2006	07:30:00	0	0	0	295.8	69	1.0	13	0.0
12.07.2006	08:00:00	0	0	0	296.6	66	2.3	231	0.0
12.07.2006	09:00:00	0	0	0	296.9	64	1.0	283	0.0
12.07.2006	09:30:00	0	0	0	298.3	62	2.0	301	0.0
12.07.2006	10:00:00	0	0	0	299.8	59	1.9	292	0.0
12.07.2006	11:00:00	0	0	0	301.8	51	2.7	293	0.0
12.07.2006	11:30:00	0	0	0	302.1	50	4.0	304	0.0
12.07.2006	12:00:00	0	0	0	302.8	45	4.6	303	0.0
12.07.2006	13:00:00	0	0	0	303.6	42	5.8	302	0.0
12.07.2006	13:30:00	0	0	0	303.4	43	5.5	302	0.0
12.07.2006	14:00:00	0	0	0	303.8	40	6.5	301	0.0
12.07.2006	15:00:00	0	0	0	304.3	38	6.6	302	0.0
12.07.2006	15:30:00	0	0	0	303.6	39	7.3	299	0.0
12.07.2006	16:00:00	0	0	0	303.8	38	7.3	295	0.0
12.07.2006	17:00:00	0	0	0	304.3	38	5.4	292	0.0
12.07.2006	17:30:00	0	0	0	303.9	39	4.8	297	0.0
12.07.2006	18:00:00	0	0	0	303.2	42	4.3	291	0.0
12.07.2006	19:00:00	0	0	0	302.0	47	2.2	299	0.0
12.07.2006	19:30:00	0	0	0	298.7	56	1.4	282	0.0
12.07.2006	20:00:00	0	0	0	296.2	62	1.2	282	0.0
12.07.2006	21:00:00	0	0	0	293.9	70	1.0	0	0.0
12.07.2006	21:30:00	0	0	0	294.1	70	1.0	292	0.0
12.07.2006	22:00:00	0	0	0	295.5	64	1.0	95	0.0
12.07.2006	23:00:00	0	0	0	295.6	66	1.1	299	0.0
12.07.2006	23:30:00	0	0	0	295.1	67	4.8	115	0.0
12.07.2007	00:30:00	0	0	0	291.5	84	2.6	112	0.0
12.07.2007	02:30:00	0	0	0	291.7	83	1.4	41	0.0
12.07.2007	04:30:00	0	0	0	289.9	91	2.5	298	0.0
12.07.2007	06:30:00	0	0	0	292.1	86	1.5	5	0.0
12.07.2007	08:30:00	0	0	0	294.9	69	2.4	229	0.0
12.07.2007	10:30:00	0	0	0	301.0	54	2.0	280	0.0
12.07.2007	12:30:00	0	0	0	303.4	43	5.8	303	0.0
12.07.2007	14:30:00	0	0	0	303.8	39	7.1	301	0.0
12.07.2007	16:30:00	0	0	0	304.3	38	5.0	297	0.0
12.07.2007	18:30:00	0	0	0	302.3	46	3.9	298	0.0
12.07.2007	20:30:00	0	0	0	294.0	69	1.0	22	0.0
12.07.2007	22:30:00	0	0	0	296.3	62	1.0	343	0.0
13.07.2006	00:00:00	0	0	0	295.4	67	1.6	105	0.0
13.07.2006	00:30:00	0	0	0	300.3	42	3.0	97	0.0
13.07.2006	01:00:00	0	0	0	300.9	37	2.2	109	0.0
13.07.2006	01:30:00	0	0	0	300.5	38	1.9	100	0.0
13.07.2006	02:00:00	0	0	0	294.7	68	1.0	25	0.0
13.07.2006	02:30:00	0	0	0	294.4	70	1.5	355	0.0
13.07.2006	03:00:00	0	0	0	293.2	75	2.0	305	0.0
13.07.2006	03:30:00	0	0	0	293.2	76	2.1	305	0.0
13.07.2006	04:00:00	0	0	0	293.0	77	2.0	64	0.0
13.07.2006	04:30:00	0	0	0	294.0	67	2.3	61	0.0
13.07.2006	05:00:00	0	0	0	295.2	59	2.2	70	0.0
13.07.2006	05:30:00	0	0	0	297.9	46	3.1	75	0.0
13.07.2006	06:00:00	0	0	0	298.2	44	4.1	79	0.0
13.07.2006	06:30:00	0	0	0	299.3	42	4.2	78	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
13.07.2006	07:00:00	0	0	0	300.5	40	2.0	82	0.0
13.07.2006	07:30:00	0	0	0	302.1	36	2.0	91	0.0
13.07.2006	08:00:00	0	0	0	302.6	35	3.7	81	0.0
13.07.2006	08:30:00	0	0	0	304.0	32	3.8	113	0.0
13.07.2006	09:00:00	0	0	0	305.2	31	3.5	104	0.0
13.07.2006	09:30:00	0	0	0	305.2	30	4.5	121	0.0
13.07.2006	10:00:00	0	0	0	306.8	29	3.5	99	0.0
13.07.2006	10:30:00	0	0	0	307.7	27	3.1	171	0.0
13.07.2006	11:00:00	0	0	0	302.6	44	2.4	243	0.0
13.07.2006	11:30:00	0	0	0	305.1	38	2.0	239	0.0
13.07.2006	12:00:00	0	0	0	304.3	41	2.9	302	0.0
13.07.2006	12:30:00	0	0	0	305.2	36	3.4	303	0.0
13.07.2006	13:00:00	0	0	0	305.2	36	3.8	293	0.0
13.07.2006	13:30:00	0	0	0	305.0	35	4.3	296	0.0
13.07.2006	14:00:00	0	0	0	304.1	37	4.0	302	0.0
13.07.2006	14:30:00	0	0	0	305.4	35	4.1	303	0.0
13.07.2006	15:00:00	0	0	0	305.1	33	5.2	305	0.0
13.07.2006	15:30:00	0	0	0	305.4	34	4.6	302	0.0
13.07.2006	16:00:00	0	0	0	305.6	32	5.7	300	0.0
13.07.2006	16:30:00	0	0	0	306.4	32	3.9	297	0.0
13.07.2006	17:00:00	0	0	0	306.3	31	4.6	302	0.0
13.07.2006	17:30:00	0	0	0	306.3	31	4.6	302	0.0
13.07.2006	18:00:00	0	0	0	306.0	30	5.1	295	0.0
13.07.2006	18:30:00	0	0	0	306.1	29	3.8	301	0.0
13.07.2006	19:00:00	0	0	0	305.9	29	2.4	303	0.0
13.07.2006	19:30:00	0	0	0	305.5	31	1.5	4	0.0
13.07.2006	20:00:00	0	0	0	304.1	33	3.0	300	0.0
13.07.2006	20:30:00	0	0	0	301.5	46	2.4	358	0.0
13.07.2006	21:00:00	0	0	0	300.5	49	2.0	56	0.0
13.07.2006	21:30:00	0	0	0	303.1	35	2.8	52	0.0
13.07.2006	22:00:00	0	0	0	302.7	36	3.2	73	0.0
13.07.2006	22:30:00	0	0	0	302.9	37	3.0	68	0.0
13.07.2006	23:00:00	0	0	0	302.8	37	3.7	55	0.0
13.07.2006	23:30:00	0	0	0	301.9	40	2.6	82	0.0
14.07.2006	00:00:00	0	0	0	301.9	40	2.8	88	0.0
14.07.2006	00:30:00	0	0	0	302.4	38	2.9	88	0.0
14.07.2006	01:00:00	0	0	0	303.2	33	5.3	107	0.0
14.07.2006	01:30:00	0	0	0	303.1	32	5.8	108	0.0
14.07.2006	02:00:00	0	0	0	303.0	32	4.7	102	0.0
14.07.2006	02:30:00	0	0	0	302.6	33	3.5	113	0.0
14.07.2006	03:00:00	0	0	0	302.3	33	3.5	177	0.0
14.07.2006	03:30:00	0	0	0	299.2	48	1.3	241	0.0
14.07.2006	04:00:00	0	0	0	297.2	55	1.6	305	0.0
14.07.2006	04:30:00	0	0	0	296.6	57	1.0	302	0.0
14.07.2006	05:00:00	0	0	0	297.0	55	1.1	302	0.0
14.07.2006	05:30:00	0	0	0	297.4	52	1.0	338	0.0
14.07.2006	06:00:00	0	0	0	298.4	48	2.0	55	0.0
14.07.2006	06:30:00	0	0	0	297.5	55	1.0	58	0.0
14.07.2006	07:00:00	0	0	0	299.6	46	1.1	70	0.0
14.07.2006	07:30:00	0	0	0	301.1	39	3.0	64	0.0
14.07.2006	08:00:00	0	0	0	302.0	37	3.7	71	0.0
14.07.2006	08:30:00	0	0	0	302.4	37	4.2	74	0.0
14.07.2006	09:00:00	0	0	0	303.2	36	3.7	67	0.0
14.07.2006	09:30:00	0	0	0	303.3	36	4.7	77	0.0
14.07.2006	10:00:00	0	0	0	304.5	35	5.7	71	0.0
14.07.2006	10:30:00	0	0	0	304.7	35	5.9	72	0.0
14.07.2006	11:00:00	0	0	0	305.4	33	5.4	78	0.0
14.07.2006	11:30:00	0	0	0	306.5	31	4.3	87	0.0
14.07.2006	12:00:00	0	0	0	307.4	30	3.4	96	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
14.07.2006	12:30:00	0	0	0	308.1	28	2.4	28	0.0
14.07.2006	13:00:00	0	0	0	308.6	26	1.6	321	0.0
14.07.2006	13:30:00	0	0	0	308.2	30	3.3	288	0.0
14.07.2006	14:00:00	0	0	0	308.0	31	3.4	288	0.0
14.07.2006	14:30:00	0	0	0	306.8	33	3.5	292	0.0
14.07.2006	15:00:00	0	0	0	305.0	35	5.2	304	0.0
14.07.2006	15:30:00	0	0	0	305.4	34	5.3	302	0.0
14.07.2006	16:00:00	0	0	0	305.0	35	5.8	304	0.0
14.07.2006	16:30:00	0	0	0	304.9	34	6.7	302	0.0
14.07.2006	17:00:00	0	0	0	305.1	32	7.0	301	0.0
14.07.2006	17:30:00	0	0	0	304.4	32	6.1	302	0.0
14.07.2006	18:00:00	0	0	0	303.7	34	5.4	303	0.0
14.07.2006	18:30:00	0	0	0	303.1	35	5.5	303	0.0
14.07.2006	19:00:00	0	0	0	302.7	36	5.7	289	0.0
14.07.2006	19:30:00	0	0	0	301.8	38	4.7	290	0.0
14.07.2006	20:00:00	0	0	0	301.3	38	2.5	312	0.0
14.07.2006	20:30:00	0	0	0	300.4	40	1.5	333	0.0
14.07.2006	21:00:00	0	0	0	299.6	45	1.1	258	0.0
14.07.2006	21:30:00	0	0	0	298.6	49	1.0	182	0.0
14.07.2006	22:00:00	0	0	0	299.9	44	1.5	107	0.0
14.07.2006	22:30:00	0	0	0	301.7	39	3.9	117	0.0
14.07.2006	23:00:00	0	0	0	301.2	40	2.8	122	0.0
14.07.2006	23:30:00	0	0	0	300.8	42	2.0	121	0.0
15.07.2006	00:00:00	0	0	0	300.0	45	1.0	119	0.0
15.07.2006	00:30:00	0	0	0	299.3	48	1.8	126	0.0
15.07.2006	01:00:00	0	0	0	299.7	47	1.1	183	0.0
15.07.2006	01:30:00	0	0	0	297.6	57	1.5	239	0.0
15.07.2006	02:00:00	0	0	0	296.9	60	1.0	154	0.0
15.07.2006	02:30:00	0	0	0	296.2	64	1.1	206	0.0
15.07.2006	03:00:00	0	0	0	295.2	68	1.0	124	0.0
15.07.2006	03:30:00	0	0	0	295.9	66	1.0	158	0.0
15.07.2006	04:00:00	0	0	0	296.7	62	2.0	84	0.0
15.07.2006	04:30:00	0	0	0	296.6	61	1.0	126	0.0
15.07.2006	05:00:00	0	0	0	296.5	60	1.3	109	0.0
15.07.2006	05:30:00	0	0	0	296.8	59	1.4	102	0.0
15.07.2006	06:00:00	0	0	0	296.7	59	1.3	99	0.0
15.07.2006	06:30:00	0	0	0	297.9	53	3.0	95	0.0
15.07.2006	07:00:00	0	0	0	299.0	49	2.9	99	0.0
15.07.2006	07:30:00	0	0	0	300.4	44	2.8	104	0.0
15.07.2006	08:00:00	0	0	0	301.7	41	3.1	122	0.0
15.07.2006	08:30:00	0	0	0	303.1	38	2.8	116	0.0
15.07.2006	09:00:00	0	0	0	304.2	36	2.2	106	0.0
15.07.2006	09:30:00	0	0	0	305.6	33	1.6	154	0.0
15.07.2006	10:00:00	0	0	0	304.1	42	1.9	288	0.0
15.07.2006	10:30:00	0	0	0	303.7	42	2.2	276	0.0
15.07.2006	11:00:00	0	0	0	303.3	43	2.8	298	0.0
15.07.2006	11:30:00	0	0	0	303.1	41	2.0	269	0.0
15.07.2006	12:00:00	0	0	0	303.5	39	2.6	281	0.0
15.07.2006	12:30:00	0	0	0	303.6	40	2.7	287	0.0
15.07.2006	13:00:00	0	0	0	303.3	40	2.7	293	0.0
15.07.2006	13:30:00	0	0	0	302.7	42	2.6	297	0.0
15.07.2006	14:00:00	0	0	0	302.6	43	3.5	301	0.0
15.07.2006	14:30:00	0	0	0	302.7	40	3.5	300	0.0
15.07.2006	15:00:00	0	0	0	302.8	39	3.1	294	0.0
15.07.2006	15:30:00	0	0	0	303.0	35	4.8	301	0.0
15.07.2006	16:00:00	0	0	0	303.3	35	4.4	299	0.0
15.07.2006	16:30:00	0	0	0	302.5	37	4.4	302	0.0
15.07.2006	17:00:00	0	0	0	301.5	41	5.0	303	0.0
15.07.2006	17:30:00	0	0	0	301.6	40	4.5	304	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
15.07.2006	18:00:00	0	0	0	301.2	43	3.2	302	0.0
15.07.2006	18:30:00	0	0	0	301.2	43	2.5	302	0.0
15.07.2006	19:00:00	0	0	0	300.5	45	2.5	292	0.0
15.07.2006	19:30:00	0	0	0	300.1	46	1.6	297	0.0
15.07.2006	20:00:00	0	0	0	299.6	42	2.2	306	0.0
15.07.2006	20:30:00	0	0	0	298.4	47	1.5	290	0.0
15.07.2006	21:00:00	0	0	0	298.2	48	1.0	304	0.0
15.07.2006	21:30:00	0	0	0	297.5	54	1.0	283	0.0
15.07.2006	22:00:00	0	0	0	296.2	62	1.0	341	0.0
15.07.2006	22:30:00	0	0	0	296.2	61	1.0	357	0.0
15.07.2006	23:00:00	0	0	0	295.8	65	1.4	286	0.0
15.07.2006	23:30:00	0	0	0	295.9	63	1.0	342	0.0
16.07.2006	00:00:00	0	0	0	295.6	64	1.0	124	0.0
16.07.2006	00:30:00	0	0	0	295.1	67	1.0	259	0.0
16.07.2006	01:00:00	0	0	0	294.0	73	1.2	24	0.0
16.07.2006	01:30:00	0	0	0	294.2	72	1.0	82	0.0
16.07.2006	02:00:00	0	0	0	296.6	55	1.3	77	0.0
16.07.2006	02:30:00	0	0	0	296.9	54	1.2	65	0.0
16.07.2006	03:00:00	0	0	0	296.2	56	1.5	90	0.0
16.07.2006	03:30:00	0	0	0	296.5	55	1.9	75	0.0
16.07.2006	04:00:00	0	0	0	296.7	55	1.0	52	0.0
16.07.2006	04:30:00	0	0	0	296.3	57	1.0	93	0.0
16.07.2006	05:00:00	0	0	0	295.7	60	1.7	72	0.0
16.07.2006	05:30:00	0	0	0	296.2	58	1.1	101	0.0
16.07.2006	06:00:00	0	0	0	295.2	64	1.0	327	0.0
16.07.2006	06:30:00	0	0	0	297.5	57	1.7	102	0.0
16.07.2006	07:00:00	0	0	0	298.5	54	2.4	91	0.0
16.07.2006	07:30:00	0	0	0	300.1	50	1.8	77	0.0
16.07.2006	08:00:00	0	0	0	301.6	46	2.5	74	0.0
16.07.2006	08:30:00	0	0	0	303.4	41	4.1	72	0.0
16.07.2006	09:00:00	0	0	0	304.7	38	3.4	79	0.0
16.07.2006	09:30:00	0	0	0	305.6	36	2.8	71	0.0
16.07.2006	10:00:00	0	0	0	306.4	35	2.5	53	0.0
16.07.2006	10:30:00	0	0	0	307.1	33	1.7	51	0.0
16.07.2006	11:00:00	0	0	0	308.1	32	1.4	163	0.0
16.07.2006	11:30:00	0	0	0	305.8	41	2.6	278	0.0
16.07.2006	12:00:00	0	0	0	305.8	40	3.2	287	0.0
16.07.2006	12:30:00	0	0	0	305.4	40	4.0	302	0.0
16.07.2006	13:00:00	0	0	0	305.9	38	3.9	301	0.0
16.07.2006	13:30:00	0	0	0	306.4	36	5.1	301	0.0
16.07.2006	14:00:00	0	0	0	306.0	36	4.7	304	0.0
16.07.2006	14:30:00	0	0	0	306.2	36	5.3	295	0.0
16.07.2006	15:00:00	0	0	0	306.6	34	5.0	302	0.0
16.07.2006	15:30:00	0	0	0	306.9	33	5.1	305	0.0
16.07.2006	16:00:00	0	0	0	306.8	34	5.2	303	0.0
16.07.2006	16:30:00	0	0	0	306.1	38	3.9	302	0.0
16.07.2006	17:00:00	0	0	0	305.4	39	4.6	303	0.0
16.07.2006	17:30:00	0	0	0	304.5	42	4.3	304	0.0
16.07.2006	18:00:00	0	0	0	303.3	46	3.7	303	0.0
16.07.2006	18:30:00	0	0	0	302.3	48	3.7	292	0.0
16.07.2006	19:00:00	0	0	0	301.6	50	2.8	303	0.0
16.07.2006	19:30:00	0	0	0	300.1	54	2.8	301	0.0
16.07.2006	20:00:00	0	0	0	299.3	54	3.5	286	0.0
16.07.2006	20:30:00	0	0	0	298.5	56	3.0	289	0.0
16.07.2006	21:00:00	0	0	0	297.8	58	2.8	288	0.0
16.07.2006	21:30:00	0	0	0	297.7	57	2.2	309	0.0
16.07.2006	22:00:00	0	0	0	297.8	57	2.2	65	0.0
16.07.2006	22:30:00	0	0	0	298.0	56	1.0	351	0.0
16.07.2006	23:00:00	0	0	0	299.3	52	1.1	213	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
16.07.2006	23:30:00	0	0	0	298.2	56	1.0	102	0.0
17.07.2006	00:00:00	0	0	0	298.7	55	1.4	71	0.0
17.07.2006	00:30:00	0	0	0	298.5	56	1.0	82	0.0
17.07.2006	01:00:00	0	0	0	299.2	50	1.1	66	0.0
17.07.2006	01:30:00	0	0	0	297.4	57	2.0	102	0.0
17.07.2006	02:00:00	0	0	0	298.7	52	2.4	98	0.0
17.07.2006	02:30:00	0	0	0	298.2	54	2.2	83	0.0
17.07.2006	03:00:00	0	0	0	298.9	50	3.7	72	0.0
17.07.2006	03:30:00	0	0	0	298.8	50	1.4	41	0.0
17.07.2006	04:00:00	0	0	0	298.2	53	3.4	73	0.0
17.07.2006	04:30:00	0	0	0	299.3	48	2.4	73	0.0
17.07.2006	05:00:00	0	0	0	300.0	46	4.5	87	0.0
17.07.2006	05:30:00	0	0	0	300.1	45	4.5	77	0.0
17.07.2006	06:00:00	0	0	0	300.5	44	4.2	87	0.0
17.07.2006	06:30:00	0	0	0	301.3	41	3.0	108	0.0
17.07.2006	07:00:00	0	0	0	301.8	41	4.1	84	0.0
17.07.2006	07:30:00	0	0	0	303.0	37	4.1	92	0.0
17.07.2006	08:00:00	0	0	0	304.6	33	1.2	99	0.0
17.07.2006	08:30:00	0	0	0	304.6	37	1.5	235	0.0
17.07.2006	09:00:00	0	0	0	304.5	39	2.0	241	0.0
17.07.2006	09:30:00	0	0	0	301.3	46	5.0	235	0.0
17.07.2006	10:00:00	0	0	0	300.7	51	4.6	230	0.0
17.07.2006	10:30:00	0	0	0	300.4	53	5.0	236	0.0
17.07.2006	11:00:00	0	0	0	301.3	50	3.9	221	0.0
17.07.2006	11:30:00	0	0	0	301.8	50	3.6	224	0.0
17.07.2006	12:00:00	0	0	0	303.0	45	3.5	231	0.0
17.07.2006	12:30:00	0	0	0	303.2	39	5.6	232	0.0
17.07.2006	13:00:00	0	0	0	302.5	43	5.1	236	0.0
17.07.2006	13:30:00	0	0	0	302.9	41	3.6	235	0.0
17.07.2006	14:00:00	0	0	0	303.6	39	4.0	234	0.0
17.07.2006	14:30:00	0	0	0	303.4	42	1.8	239	0.0
17.07.2006	15:00:00	0	0	0	301.9	45	2.0	263	0.0
17.07.2006	15:30:00	0	0	0	301.3	47	2.0	271	0.0
17.07.2006	16:00:00	0	0	0	300.6	51	2.8	246	0.0
17.07.2006	16:30:00	0	0	0	300.1	51	2.5	224	0.0
17.07.2006	17:00:00	0	0	0	300.6	48	1.7	224	0.0
17.07.2006	17:30:00	0	0	0	300.8	46	1.6	146	0.0
17.07.2006	18:00:00	0	0	0	301.2	44	2.5	133	0.0
17.07.2006	18:30:00	0	0	0	300.9	44	2.4	149	0.0
17.07.2006	19:00:00	0	0	0	300.7	43	2.7	134	0.0
17.07.2006	19:30:00	0	0	0	299.9	45	2.8	147	0.0
17.07.2006	20:00:00	0	0	0	298.9	48	1.6	123	0.0
17.07.2006	20:30:00	0	0	0	298.2	50	1.4	172	0.0
17.07.2006	21:00:00	0	0	0	297.7	52	1.5	140	0.0
17.07.2006	21:30:00	0	0	0	298.0	52	2.3	232	0.0
17.07.2006	22:00:00	0	0	0	297.8	54	3.8	237	0.0
17.07.2006	22:30:00	0	0	0	295.6	72	4.2	233	0.0
17.07.2006	23:00:00	0	0	0	294.6	82	4.2	214	0.0
17.07.2006	23:30:00	0	0	0	294.0	88	3.8	170	0.0
18.07.2006	00:00:00	0	0	0	293.9	89	4.3	198	0.0
18.07.2006	00:30:00	0	0	0	293.9	89	3.5	181	0.0
18.07.2006	01:00:00	0	0	0	293.8	89	2.4	123	0.0
18.07.2006	01:30:00	0	0	0	294.2	87	2.9	151	0.0
18.07.2006	02:00:00	0	0	0	294.1	87	2.6	214	0.0
18.07.2006	02:30:00	0	0	0	293.9	88	2.4	232	0.0
18.07.2006	03:00:00	0	0	0	293.6	89	2.3	239	0.0
18.07.2006	03:30:00	0	0	0	293.4	90	2.1	217	0.0
18.07.2006	04:00:00	0	0	0	293.5	90	2.6	221	0.0
18.07.2006	04:30:00	0	0	0	293.5	89	1.8	232	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m^2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade Relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
18.07.2006	05:00:00	0	0	0	293.5	89	2.1	201	0.0
18.07.2006	05:30:00	0	0	0	293.5	89	2.9	222	0.0
18.07.2006	06:00:00	0	0	0	293.4	88	3.8	218	0.0
18.07.2006	06:30:00	0	0	0	293.3	89	2.9	133	0.0
18.07.2006	07:00:00	0	0	0	293.5	89	1.0	113	0.0
18.07.2006	07:30:00	0	0	0	294.3	86	1.3	73	0.0
18.07.2006	08:00:00	0	0	0	295.0	83	2.1	56	0.0
18.07.2006	08:30:00	0	0	0	295.5	78	1.3	13	0.0
18.07.2006	09:00:00	0	0	0	295.8	77	2.8	111	0.0
18.07.2006	09:30:00	0	0	0	296.5	72	2.3	87	0.0
18.07.2006	10:00:00	0	0	0	295.5	79	1.9	249	0.0
18.07.2006	10:30:00	0	0	0	296.3	72	5.6	169	0.0
18.07.2006	11:00:00	0	0	0	296.2	70	6.8	119	0.0
18.07.2006	11:30:00	0	0	0	295.9	74	4.5	120	0.0
18.07.2006	12:00:00	0	0	0	299.8	45	3.4	115	0.0
18.07.2006	12:30:00	0	0	0	299.5	47	3.0	117	0.0
18.07.2006	13:00:00	0	0	0	299.5	48	3.3	123	0.0
18.07.2006	13:30:00	0	0	0	299.6	49	4.0	79	0.0
18.07.2006	14:00:00	0	0	0	299.9	49	4.4	108	0.0
18.07.2006	14:30:00	0	0	0	300.1	44	3.7	76	0.0
18.07.2006	15:00:00	0	0	0	299.6	47	2.9	73	0.0
18.07.2006	15:30:00	0	0	0	299.3	49	4.0	78	0.0
18.07.2006	16:00:00	0	0	0	300.1	47	3.2	70	0.0
18.07.2006	16:30:00	0	0	0	300.7	45	3.5	54	0.0
18.07.2006	17:00:00	0	0	0	301.4	43	4.0	65	0.0
18.07.2006	17:30:00	0	0	0	301.5	42	4.1	80	0.0
18.07.2006	18:00:00	0	0	0	302.8	37	4.0	87	0.0
18.07.2006	18:30:00	0	0	0	302.3	36	3.3	107	0.0
18.07.2006	19:00:00	0	0	0	301.9	37	2.3	106	0.0
18.07.2006	19:30:00	0	0	0	301.0	40	2.2	114	0.0
18.07.2006	20:00:00	0	0	0	299.7	46	2.1	246	0.0
18.07.2006	20:30:00	0	0	0	294.7	72	4.2	299	0.0
18.07.2006	21:00:00	0	0	0	294.1	74	3.0	287	0.0
18.07.2006	21:30:00	0	0	0	293.9	75	2.9	34	0.0
18.07.2006	22:00:00	0	0	0	294.6	70	2.0	43	0.0
18.07.2006	22:30:00	0	0	0	295.2	68	2.7	75	0.0
18.07.2006	23:00:00	0	0	0	295.8	66	4.2	128	0.0
18.07.2006	23:30:00	0	0	0	293.2	86	5.0	273	1.1
19.07.2006	00:00:00	0	0	0	292.9	76	3.6	299	0.0

A15

CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – DADOS CLIMÁTICOS DE 2022

FONTE: ADAPTADO DE DADOS IPMA / PORTO-PEDRAS RUBRAS

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
22.04.2022	00:30:00	0	0	0	284.5	87	4.0	208	0.0
22.04.2022	01:00:00	0	0	0	284.6	87	3.1	193	0.0
22.04.2022	01:30:00	0	0	0	284.0	88	3.8	171	0.0
22.04.2022	02:00:00	0	0	0	283.5	93	3.7	183	0.0
22.04.2022	02:30:00	0	0	0	283.6	89	3.4	216	0.5
22.04.2022	03:00:00	0	0	0	283.1	88	2.7	279	0.1
22.04.2022	03:30:00	0	0	0	283.4	85	2.0	266	0.0
22.04.2022	04:00:00	0	0	0	283.5	85	1.0	264	0.0
22.04.2022	04:30:00	0	0	0	283.1	82	1.3	274	0.0
22.04.2022	05:00:00	0	0	0	282.9	84	1.0	203	0.0
22.04.2022	05:30:00	0	0	0	282.6	83	1.0	172	0.0
22.04.2022	06:00:00	0	0	0	283.0	86	1.0	155	0.0
22.04.2022	06:30:00	0	0	0	282.5	89	1.8	115	0.0
22.04.2022	07:00:00	0	0	0	282.7	90	1.9	124	0.0
22.04.2022	07:30:00	0	0	0	283.0	87	2.7	125	0.0
22.04.2022	08:00:00	0	0	0	283.8	89	2.2	132	0.0
22.04.2022	08:30:00	0	0	0	284.3	86	3.1	145	0.0
22.04.2022	09:00:00	0	0	0	284.1	86	2.8	153	0.0
22.04.2022	09:30:00	0	0	0	283.5	83	5.1	172	0.0
22.04.2022	10:00:00	0	0	0	282.4	89	5.7	164	0.5
22.04.2022	10:30:00	0	0	0	284.1	87	5.0	138	0.0
22.04.2022	11:00:00	0	0	0	285.4	75	5.2	141	0.0
22.04.2022	11:30:00	0	0	0	286.1	72	4.7	134	0.0
22.04.2022	12:00:00	0	0	0	286.4	65	5.3	157	0.0
22.04.2022	12:30:00	0	0	0	286.4	65	3.8	142	0.0
22.04.2022	13:00:00	0	0	0	285.7	65	4.3	199	0.0
22.04.2022	13:30:00	0	0	0	285.8	67	3.5	202	0.0
22.04.2022	14:00:00	0	0	0	285.4	67	3.7	198	0.0
22.04.2022	14:30:00	0	0	0	285.1	68	4.3	204	0.0
22.04.2022	15:00:00	0	0	0	285.3	70	3.3	206	0.0
22.04.2022	15:30:00	0	0	0	284.3	77	5.1	184	0.0
22.04.2022	16:00:00	0	0	0	284.3	75	3.6	163	0.0
22.04.2022	16:30:00	0	0	0	284.7	79	2.7	146	0.0
22.04.2022	17:00:00	0	0	0	283.7	75	1.5	151	0.0
22.04.2022	17:30:00	0	0	0	284.1	73	1.7	142	0.0
22.04.2022	18:00:00	0	0	0	283.8	73	2.6	188	0.7
22.04.2022	18:30:00	0	0	0	282.7	85	1.5	238	0.0
22.04.2022	19:00:00	0	0	0	282.9	91	3.1	298	0.5
22.04.2022	19:30:00	0	0	0	281.9	94	3.2	308	0.1
22.04.2022	20:00:00	0	0	0	281.8	94	3.4	333	0.0
22.04.2022	20:30:00	0	0	0	281.7	95	3.0	355	0.1
22.04.2022	21:00:00	0	0	0	281.6	94	2.5	17	0.0
22.04.2022	21:30:00	0	0	0	281.6	92	2.7	27	0.0
22.04.2022	22:00:00	0	0	0	281.5	91	2.0	25	0.0
22.04.2022	22:30:00	0	0	0	281.6	91	1.5	81	0.0
22.04.2022	23:00:00	0	0	0	281.9	91	1.8	79	0.0
22.04.2022	23:30:00	0	0	0	281.5	93	1.5	103	0.4
23.04.2022	00:00:00	0	0	0	281.0	93	1.4	67	0.5
23.04.2022	00:30:00	0	0	0	280.9	94	1.9	97	0.3
23.04.2022	01:00:00	0	0	0	281.0	94	1.2	73	0.0
23.04.2022	01:30:00	0	0	0	280.9	95	1.0	33	0.1
23.04.2022	02:00:00	0	0	0	280.9	96	1.0	162	0.2
23.04.2022	02:30:00	0	0	0	280.9	96	1.0	229	0.3
23.04.2022	03:00:00	0	0	0	281.4	95	1.0	259	0.0
23.04.2022	03:30:00	0	0	0	281.0	95	1.0	246	0.0
23.04.2022	04:00:00	0	0	0	281.1	95	1.0	298	0.1
23.04.2022	04:30:00	0	0	0	281.2	95	1.0	259	0.1
23.04.2022	05:00:00	0	0	0	281.9	95	1.0	165	0.1
23.04.2022	05:30:00	0	0	0	281.4	95	1.0	117	0.0
23.04.2022	06:00:00	0	0	0	281.3	95	1.1	140	0.0
23.04.2022	06:30:00	0	0	0	280.9	94	1.5	143	0.0
23.04.2022	07:00:00	0	0	0	282.9	94	1.6	165	0.0
23.04.2022	07:30:00	0	0	0	283.3	87	3.2	177	0.0
23.04.2022	08:00:00	0	0	0	283.9	84	3.2	170	0.0
23.04.2022	08:30:00	0	0	0	283.8	85	3.3	181	0.0
23.04.2022	09:00:00	0	0	0	284.6	81	3.3	182	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
23.04.2022	09:30:00	0	0	0	285.0	79	4.6	179	0.0
23.04.2022	10:00:00	0	0	0	286.2	77	4.2	200	0.0
23.04.2022	10:30:00	0	0	0	286.7	72	4.8	217	0.0
23.04.2022	11:00:00	0	0	0	284.2	87	1.7	185	0.4
23.04.2022	11:30:00	0	0	0	287.6	76	3.9	230	0.0
23.04.2022	12:00:00	0	0	0	287.6	67	4.0	242	0.0
23.04.2022	12:30:00	0	0	0	287.7	65	3.7	240	0.0
23.04.2022	13:00:00	0	0	0	287.5	66	3.3	234	0.0
23.04.2022	13:30:00	0	0	0	287.6	66	4.0	232	0.0
23.04.2022	14:00:00	0	0	0	288.0	65	3.3	243	0.0
23.04.2022	14:30:00	0	0	0	288.1	66	4.5	210	0.0
23.04.2022	15:00:00	0	0	0	288.4	66	4.5	220	0.0
23.04.2022	15:30:00	0	0	0	288.3	68	4.1	231	0.0
23.04.2022	16:00:00	0	0	0	288.1	67	3.5	243	0.0
23.04.2022	16:30:00	0	0	0	287.3	69	3.6	243	0.0
23.04.2022	17:00:00	0	0	0	288.2	64	3.0	242	0.0
23.04.2022	17:30:00	0	0	0	287.4	65	3.6	234	0.0
23.04.2022	18:00:00	0	0	0	287.4	67	2.1	247	0.0
23.04.2022	18:30:00	0	0	0	286.7	70	2.6	242	0.0
23.04.2022	19:00:00	0	0	0	286.0	73	1.6	249	0.0
23.04.2022	19:30:00	0	0	0	285.7	75	2.0	224	0.0
23.04.2022	20:00:00	0	0	0	285.4	77	1.9	217	0.0
23.04.2022	20:30:00	0	0	0	285.3	77	1.4	204	0.0
23.04.2022	21:00:00	0	0	0	284.9	81	1.6	222	0.0
23.04.2022	21:30:00	0	0	0	284.3	83	1.3	225	0.0
23.04.2022	22:00:00	0	0	0	284.5	85	1.0	224	0.0
23.04.2022	22:30:00	0	0	0	284.2	87	1.0	217	0.0
23.04.2022	23:00:00	0	0	0	284.3	85	1.0	197	0.0
23.04.2022	23:30:00	0	0	0	284.4	86	1.0	201	0.0
24.04.2022	00:00:00	0	0	0	284.0	84	1.5	180	0.0
24.04.2022	00:30:00	0	0	0	282.8	91	1.5	163	0.0
24.04.2022	01:00:00	0	0	0	282.8	91	2.1	129	0.0
24.04.2022	01:30:00	0	0	0	283.6	91	2.5	139	0.0
24.04.2022	02:00:00	0	0	0	283.5	92	1.9	126	0.0
24.04.2022	02:30:00	0	0	0	283.6	91	2.9	147	0.0
24.04.2022	03:00:00	0	0	0	284.0	90	2.4	163	0.0
24.04.2022	03:30:00	0	0	0	284.2	89	3.0	154	0.0
24.04.2022	04:00:00	0	0	0	284.3	87	3.5	151	0.0
24.04.2022	04:30:00	0	0	0	284.7	85	3.2	158	0.0
24.04.2022	05:00:00	0	0	0	284.8	84	3.0	173	0.0
24.04.2022	05:30:00	0	0	0	284.6	84	2.8	154	0.0
24.04.2022	06:00:00	0	0	0	284.5	84	2.8	151	0.0
24.04.2022	06:30:00	0	0	0	285.0	81	3.1	171	0.0
24.04.2022	07:00:00	0	0	0	285.2	81	3.1	167	0.0
24.04.2022	07:30:00	0	0	0	285.4	80	3.8	174	0.0
24.04.2022	08:00:00	0	0	0	285.7	80	4.7	173	0.0
24.04.2022	08:30:00	0	0	0	286.0	79	4.2	178	0.0
24.04.2022	09:00:00	0	0	0	287.0	77	4.2	180	0.0
24.04.2022	09:30:00	0	0	0	287.5	76	4.4	179	0.0
24.04.2022	10:00:00	0	0	0	287.6	75	4.4	196	0.0
24.04.2022	10:30:00	0	0	0	287.5	75	4.1	195	0.0
24.04.2022	11:00:00	0	0	0	288.4	70	5.2	181	0.0
24.04.2022	11:30:00	0	0	0	289.0	70	4.3	188	0.0
24.04.2022	12:00:00	0	0	0	289.1	71	4.1	191	0.0
24.04.2022	12:30:00	0	0	0	289.6	69	3.7	210	0.0
24.04.2022	13:00:00	0	0	0	289.1	72	4.7	217	0.0
24.04.2022	13:30:00	0	0	0	289.1	70	4.6	216	0.0
24.04.2022	14:00:00	0	0	0	289.2	71	4.7	224	0.0
24.04.2022	14:30:00	0	0	0	289.4	74	4.6	224	0.0
24.04.2022	15:00:00	0	0	0	289.4	73	3.9	228	0.0
24.04.2022	15:30:00	0	0	0	289.3	73	3.3	238	0.0
24.04.2022	16:00:00	0	0	0	288.9	73	4.1	229	0.0
24.04.2022	16:30:00	0	0	0	288.9	74	2.5	237	0.0
24.04.2022	17:00:00	0	0	0	289.2	75	2.3	252	0.0
24.04.2022	17:30:00	0	0	0	288.5	76	2.0	246	0.0
24.04.2022	18:00:00	0	0	0	288.0	79	2.3	219	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
24.04.2022	18:30:00	0	0	0	288.0	79	1.4	232	0.0
24.04.2022	19:00:00	0	0	0	287.2	85	2.0	226	0.0
24.04.2022	19:30:00	0	0	0	286.6	87	1.0	210	0.0
24.04.2022	20:00:00	0	0	0	286.1	89	1.0	237	0.0
24.04.2022	20:30:00	0	0	0	285.9	92	1.0	172	0.0
24.04.2022	21:00:00	0	0	0	285.9	91	1.7	122	0.0
24.04.2022	21:30:00	0	0	0	285.3	93	1.7	128	0.0
24.04.2022	22:00:00	0	0	0	285.4	94	1.0	158	0.0
24.04.2022	22:30:00	0	0	0	285.5	94	1.0	146	0.0
24.04.2022	23:00:00	0	0	0	285.0	94	1.4	104	0.0
24.04.2022	23:30:00	0	0	0	284.5	94	1.2	102	0.0
25.04.2022	00:00:00	0	0	0	283.6	94	1.6	95	0.0
25.04.2022	00:30:00	0	0	0	283.6	95	1.0	133	0.0
25.04.2022	01:00:00	0	0	0	283.1	96	1.9	103	0.0
25.04.2022	01:30:00	0	0	0	283.6	96	2.1	102	0.0
25.04.2022	02:00:00	0	0	0	283.4	95	1.9	95	0.0
25.04.2022	02:30:00	0	0	0	283.2	94	2.2	101	0.0
25.04.2022	03:00:00	0	0	0	283.1	95	2.4	100	0.0
25.04.2022	03:30:00	0	0	0	283.1	95	2.5	103	0.0
25.04.2022	04:00:00	0	0	0	283.2	95	2.6	111	0.0
25.04.2022	04:30:00	0	0	0	282.2	95	2.1	116	0.0
25.04.2022	05:00:00	0	0	0	282.3	95	2.9	103	0.0
25.04.2022	05:30:00	0	0	0	282.2	94	2.6	111	0.0
25.04.2022	06:00:00	0	0	0	282.0	95	2.8	109	0.0
25.04.2022	06:30:00	0	0	0	282.5	94	2.8	118	0.0
25.04.2022	07:00:00	0	0	0	283.1	92	3.1	107	0.0
25.04.2022	07:30:00	0	0	0	284.2	88	3.4	113	0.0
25.04.2022	08:00:00	0	0	0	285.4	84	3.2	106	0.0
25.04.2022	08:30:00	0	0	0	286.7	80	3.7	107	0.0
25.04.2022	09:00:00	0	0	0	288.0	75	3.6	116	0.0
25.04.2022	09:30:00	0	0	0	289.1	67	3.1	141	0.0
25.04.2022	10:00:00	0	0	0	289.6	64	3.1	203	0.0
25.04.2022	10:30:00	0	0	0	289.8	64	3.5	199	0.0
25.04.2022	11:00:00	0	0	0	290.5	62	3.5	204	0.0
25.04.2022	11:30:00	0	0	0	290.1	66	3.5	205	0.0
25.04.2022	12:00:00	0	0	0	290.1	66	4.4	211	0.0
25.04.2022	12:30:00	0	0	0	290.5	68	3.5	224	0.0
25.04.2022	13:00:00	0	0	0	290.7	65	3.9	220	0.0
25.04.2022	13:30:00	0	0	0	291.7	57	4.8	222	0.0
25.04.2022	14:00:00	0	0	0	291.1	62	4.7	225	0.0
25.04.2022	14:30:00	0	0	0	290.9	59	5.3	222	0.0
25.04.2022	15:00:00	0	0	0	291.1	51	4.5	222	0.0
25.04.2022	15:30:00	0	0	0	291.1	50	4.4	222	0.0
25.04.2022	16:00:00	0	0	0	290.6	53	4.1	227	0.0
25.04.2022	16:30:00	0	0	0	290.6	52	4.2	230	0.0
25.04.2022	17:00:00	0	0	0	289.7	61	3.0	236	0.0
25.04.2022	17:30:00	0	0	0	289.9	63	2.9	229	0.0
25.04.2022	18:00:00	0	0	0	289.5	65	2.9	214	0.0
25.04.2022	18:30:00	0	0	0	288.9	63	2.4	204	0.0
25.04.2022	19:00:00	0	0	0	288.4	68	2.4	173	0.0
25.04.2022	19:30:00	0	0	0	288.3	66	2.8	186	0.0
25.04.2022	20:00:00	0	0	0	288.1	69	2.8	169	0.0
25.04.2022	20:30:00	0	0	0	287.8	71	2.6	147	0.0
25.04.2022	21:00:00	0	0	0	287.5	74	2.5	148	0.0
25.04.2022	21:30:00	0	0	0	286.9	77	2.2	150	0.0
25.04.2022	22:00:00	0	0	0	286.6	79	2.4	152	0.0
25.04.2022	22:30:00	0	0	0	286.6	80	2.3	129	0.0
25.04.2022	23:00:00	0	0	0	286.9	76	2.2	134	0.0
25.04.2022	23:30:00	0	0	0	286.4	80	2.0	140	0.0
26.04.2022	00:00:00	0	0	0	286.0	82	2.0	129	0.0
26.04.2022	00:30:00	0	0	0	286.5	77	2.3	112	0.0
26.04.2022	01:00:00	0	0	0	286.4	77	2.7	118	0.0
26.04.2022	01:30:00	0	0	0	286.1	78	2.7	110	0.0
26.04.2022	02:00:00	0	0	0	285.8	82	2.6	111	0.0
26.04.2022	02:30:00	0	0	0	285.6	83	2.4	119	0.0
26.04.2022	03:00:00	0	0	0	285.9	79	3.0	118	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
26.04.2022	03:30:00	0	0	0	285.8	77	3.1	117	0.0
26.04.2022	04:00:00	0	0	0	286.0	77	3.1	112	0.0
26.04.2022	04:30:00	0	0	0	285.5	82	3.1	122	0.0
26.04.2022	05:00:00	0	0	0	285.0	86	3.1	119	0.4
26.04.2022	05:30:00	0	0	0	284.4	90	3.5	118	0.2
26.04.2022	06:00:00	0	0	0	284.5	90	3.8	119	0.0
26.04.2022	06:30:00	0	0	0	284.3	91	4.4	124	0.2
26.04.2022	07:00:00	0	0	0	284.5	91	3.6	120	0.0
26.04.2022	07:30:00	0	0	0	285.4	88	3.5	119	0.0
26.04.2022	08:00:00	0	0	0	286.1	84	3.2	119	0.0
26.04.2022	08:30:00	0	0	0	286.3	84	2.8	109	0.0
26.04.2022	09:00:00	0	0	0	286.4	84	2.8	132	0.2
26.04.2022	09:30:00	0	0	0	285.9	90	2.1	124	0.2
26.04.2022	10:00:00	0	0	0	286.6	90	2.9	103	0.1
26.04.2022	10:30:00	0	0	0	288.7	82	3.5	133	0.0
26.04.2022	11:00:00	0	0	0	289.0	77	2.8	189	0.0
26.04.2022	11:30:00	0	0	0	288.8	84	3.2	190	0.0
26.04.2022	12:00:00	0	0	0	289.5	78	4.6	179	0.0
26.04.2022	12:30:00	0	0	0	287.9	86	3.5	198	0.3
26.04.2022	13:00:00	0	0	0	288.8	83	5.0	191	0.0
26.04.2022	13:30:00	0	0	0	288.7	86	5.3	183	0.0
26.04.2022	14:00:00	0	0	0	289.2	84	4.3	199	0.0
26.04.2022	14:30:00	0	0	0	289.7	82	5.9	211	0.0
26.04.2022	15:00:00	0	0	0	289.5	83	5.5	212	0.0
26.04.2022	15:30:00	0	0	0	289.6	82	5.2	216	0.0
26.04.2022	16:00:00	0	0	0	290.0	79	4.0	207	0.0
26.04.2022	16:30:00	0	0	0	289.8	78	4.2	215	0.0
26.04.2022	17:00:00	0	0	0	289.6	79	4.0	220	0.0
26.04.2022	17:30:00	0	0	0	289.9	82	2.9	202	0.0
26.04.2022	18:00:00	0	0	0	288.6	85	3.6	208	0.0
26.04.2022	18:30:00	0	0	0	288.7	85	3.3	194	0.0
26.04.2022	19:00:00	0	0	0	288.2	89	2.6	210	0.0
26.04.2022	19:30:00	0	0	0	287.8	91	2.7	183	0.0
26.04.2022	20:00:00	0	0	0	287.7	92	2.9	187	0.0
26.04.2022	20:30:00	0	0	0	287.5	93	2.8	181	0.0
26.04.2022	21:00:00	0	0	0	287.5	94	3.1	166	0.0
26.04.2022	21:30:00	0	0	0	287.6	93	2.8	177	0.0
26.04.2022	22:00:00	0	0	0	287.6	94	2.6	178	0.1
26.04.2022	22:30:00	0	0	0	287.5	94	2.3	194	0.0
26.04.2022	23:00:00	0	0	0	287.3	95	3.0	213	0.0
26.04.2022	23:30:00	0	0	0	287.1	96	2.6	212	0.0
27.04.2022	00:00:00	0	0	0	286.8	96	1.8	206	0.0
27.04.2022	00:30:00	0	0	0	286.8	97	1.8	211	0.0
27.04.2022	01:00:00	0	0	0	286.5	97	1.3	213	0.0
27.04.2022	01:30:00	0	0	0	286.3	97	1.5	212	0.0
27.04.2022	02:00:00	0	0	0	285.9	97	1.2	145	0.0
27.04.2022	02:30:00	0	0	0	285.5	97	1.8	141	0.0
27.04.2022	03:00:00	0	0	0	285.5	98	1.9	175	0.0
27.04.2022	03:30:00	0	0	0	286.4	98	1.9	168	0.0
27.04.2022	04:00:00	0	0	0	286.3	98	2.0	142	0.0
27.04.2022	04:30:00	0	0	0	286.3	98	1.8	168	0.0
27.04.2022	05:00:00	0	0	0	286.4	97	2.6	171	0.0
27.04.2022	05:30:00	0	0	0	286.3	97	2.2	183	0.0
27.04.2022	06:00:00	0	0	0	286.2	97	1.7	189	0.0
27.04.2022	06:30:00	0	0	0	286.4	96	1.5	183	0.0
27.04.2022	07:00:00	0	0	0	286.2	96	2.7	147	0.0
27.04.2022	07:30:00	0	0	0	286.5	96	1.9	157	0.0
27.04.2022	08:00:00	0	0	0	286.9	92	2.2	159	0.0
27.04.2022	08:30:00	0	0	0	287.4	88	2.6	220	0.0
27.04.2022	09:00:00	0	0	0	288.4	85	2.4	216	0.0
27.04.2022	09:30:00	0	0	0	288.2	82	2.5	216	0.0
27.04.2022	10:00:00	0	0	0	288.6	83	3.6	231	0.0
27.04.2022	10:30:00	0	0	0	289.2	81	3.4	229	0.0
27.04.2022	11:00:00	0	0	0	289.4	79	3.5	228	0.0
27.04.2022	11:30:00	0	0	0	289.5	79	3.5	231	0.0
27.04.2022	12:00:00	0	0	0	289.1	79	3.5	232	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
27.04.2022	12:30:00	0	0	0	289.6	79	3.4	245	0.0
27.04.2022	13:00:00	0	0	0	289.9	79	3.3	247	0.0
27.04.2022	13:30:00	0	0	0	289.6	80	3.5	247	0.0
27.04.2022	14:00:00	0	0	0	289.4	78	3.3	275	0.0
27.04.2022	14:30:00	0	0	0	290.2	76	2.7	275	0.0
27.04.2022	15:00:00	0	0	0	289.8	78	4.5	297	0.0
27.04.2022	15:30:00	0	0	0	289.6	79	4.2	289	0.0
27.04.2022	16:00:00	0	0	0	289.3	76	3.4	277	0.0
27.04.2022	16:30:00	0	0	0	289.2	77	4.7	307	0.0
27.04.2022	17:00:00	0	0	0	289.0	79	4.1	293	0.0
27.04.2022	17:30:00	0	0	0	288.8	79	4.0	299	0.0
27.04.2022	18:00:00	0	0	0	288.7	79	3.2	291	0.0
27.04.2022	18:30:00	0	0	0	288.2	83	3.5	308	0.0
27.04.2022	19:00:00	0	0	0	287.7	85	3.2	292	0.0
27.04.2022	19:30:00	0	0	0	287.3	88	2.5	294	0.0
27.04.2022	20:00:00	0	0	0	287.3	88	2.0	284	0.0
27.04.2022	20:30:00	0	0	0	287.0	90	2.5	295	0.0
27.04.2022	21:00:00	0	0	0	286.7	90	1.8	305	0.0
27.04.2022	21:30:00	0	0	0	286.2	91	1.9	321	0.0
27.04.2022	22:00:00	0	0	0	286.7	91	1.8	335	0.0
27.04.2022	22:30:00	0	0	0	286.8	91	1.5	327	0.0
27.04.2022	23:00:00	0	0	0	286.4	91	1.7	347	0.0
27.04.2022	23:30:00	0	0	0	286.5	90	1.0	0	0.0
28.04.2022	00:00:00	0	0	0	286.3	90	1.9	37	0.0
28.04.2022	00:30:00	0	0	0	286.1	91	1.3	80	0.0
28.04.2022	01:00:00	0	0	0	285.7	94	1.1	125	0.0
28.04.2022	01:30:00	0	0	0	285.2	96	1.0	240	0.0
28.04.2022	02:00:00	0	0	0	284.5	96	2.3	89	0.0
28.04.2022	02:30:00	0	0	0	284.4	95	1.4	49	0.0
28.04.2022	03:00:00	0	0	0	284.5	96	1.0	117	0.0
28.04.2022	03:30:00	0	0	0	284.2	97	1.1	66	0.0
28.04.2022	04:00:00	0	0	0	284.4	96	1.5	107	0.0
28.04.2022	04:30:00	0	0	0	283.8	97	2.4	94	0.0
28.04.2022	05:00:00	0	0	0	283.2	98	1.5	101	0.0
28.04.2022	05:30:00	0	0	0	283.2	98	2.8	78	0.0
28.04.2022	06:00:00	0	0	0	283.4	98	1.4	84	0.0
28.04.2022	06:30:00	0	0	0	283.4	98	3.3	86	0.0
28.04.2022	07:00:00	0	0	0	283.7	98	2.2	75	0.0
28.04.2022	07:30:00	0	0	0	284.2	99	2.3	58	0.0
28.04.2022	08:00:00	0	0	0	285.0	98	2.6	40	0.0
28.04.2022	08:30:00	0	0	0	286.4	94	3.3	67	0.0
28.04.2022	09:00:00	0	0	0	287.8	83	3.5	47	0.0
28.04.2022	09:30:00	0	0	0	288.9	75	4.1	10	0.0
28.04.2022	10:00:00	0	0	0	289.7	74	2.9	10	0.0
28.04.2022	10:30:00	0	0	0	290.3	69	3.4	20	0.0
28.04.2022	11:00:00	0	0	0	291.7	62	2.7	360	0.0
28.04.2022	11:30:00	0	0	0	291.1	73	4.2	294	0.0
28.04.2022	12:00:00	0	0	0	291.6	72	4.7	300	0.0
28.04.2022	12:30:00	0	0	0	291.3	70	5.7	306	0.0
28.04.2022	13:00:00	0	0	0	291.8	67	6.4	316	0.0
28.04.2022	13:30:00	0	0	0	292.0	69	7.0	314	0.0
28.04.2022	14:00:00	0	0	0	292.5	66	5.6	308	0.0
28.04.2022	14:30:00	0	0	0	292.5	66	6.1	309	0.0
28.04.2022	15:00:00	0	0	0	293.0	61	7.3	319	0.0
28.04.2022	15:30:00	0	0	0	293.1	61	8.3	317	0.0
28.04.2022	16:00:00	0	0	0	293.0	62	8.5	323	0.0
28.04.2022	16:30:00	0	0	0	292.5	65	7.6	319	0.0
28.04.2022	17:00:00	0	0	0	291.1	70	7.4	324	0.0
28.04.2022	17:30:00	0	0	0	290.6	73	6.0	311	0.0
28.04.2022	18:00:00	0	0	0	290.6	73	5.9	321	0.0
28.04.2022	18:30:00	0	0	0	290.7	73	3.4	306	0.0
28.04.2022	19:00:00	0	0	0	289.9	75	4.1	322	0.0
28.04.2022	19:30:00	0	0	0	289.3	74	4.5	332	0.0
28.04.2022	20:00:00	0	0	0	288.6	78	2.8	330	0.0
28.04.2022	20:30:00	0	0	0	288.2	81	2.8	350	0.0
28.04.2022	21:00:00	0	0	0	287.7	84	2.4	1	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
28.04.2022	21:30:00	0	0	0	289.3	76	1.6	80	0.0
28.04.2022	22:00:00	0	0	0	288.6	80	2.7	99	0.0
28.04.2022	22:30:00	0	0	0	288.5	80	1.4	92	0.0
28.04.2022	23:00:00	0	0	0	287.8	83	1.5	97	0.0
28.04.2022	23:30:00	0	0	0	287.8	85	1.0	48	0.0
29.04.2022	00:00:00	0	0	0	288.2	82	2.2	94	0.0
29.04.2022	00:30:00	0	0	0	287.4	85	1.4	76	0.0
29.04.2022	01:00:00	0	0	0	286.9	88	1.0	56	0.0
29.04.2022	01:30:00	0	0	0	286.1	89	1.7	8	0.0
29.04.2022	02:00:00	0	0	0	287.3	85	2.7	84	0.0
29.04.2022	02:30:00	0	0	0	287.7	82	3.6	76	0.0
29.04.2022	03:00:00	0	0	0	287.6	81	3.5	92	0.0
29.04.2022	03:30:00	0	0	0	287.7	78	3.6	96	0.0
29.04.2022	04:00:00	0	0	0	287.8	75	4.5	87	0.0
29.04.2022	04:30:00	0	0	0	288.1	70	4.3	88	0.0
29.04.2022	05:00:00	0	0	0	288.2	69	4.6	86	0.0
29.04.2022	05:30:00	0	0	0	287.9	70	4.1	88	0.0
29.04.2022	06:00:00	0	0	0	288.1	68	4.1	92	0.0
29.04.2022	06:30:00	0	0	0	288.5	67	4.7	87	0.0
29.04.2022	07:00:00	0	0	0	289.0	67	3.6	93	0.0
29.04.2022	07:30:00	0	0	0	290.0	64	4.1	92	0.0
29.04.2022	08:00:00	0	0	0	291.2	61	4.5	89	0.0
29.04.2022	08:30:00	0	0	0	292.0	59	5.3	88	0.0
29.04.2022	09:00:00	0	0	0	293.0	57	4.0	108	0.0
29.04.2022	09:30:00	0	0	0	293.9	55	3.6	113	0.0
29.04.2022	10:00:00	0	0	0	294.5	53	2.9	110	0.0
29.04.2022	10:30:00	0	0	0	295.1	51	2.4	139	0.0
29.04.2022	11:00:00	0	0	0	295.2	47	1.8	159	0.0
29.04.2022	11:30:00	0	0	0	294.6	53	2.5	261	0.0
29.04.2022	12:00:00	0	0	0	295.0	53	3.2	289	0.0
29.04.2022	12:30:00	0	0	0	295.4	53	3.5	300	0.0
29.04.2022	13:00:00	0	0	0	293.8	61	4.9	311	0.0
29.04.2022	13:30:00	0	0	0	293.3	57	5.7	309	0.0
29.04.2022	14:00:00	0	0	0	294.4	56	6.2	324	0.0
29.04.2022	14:30:00	0	0	0	294.7	55	6.5	326	0.0
29.04.2022	15:00:00	0	0	0	294.8	53	6.2	323	0.0
29.04.2022	15:30:00	0	0	0	294.7	53	6.4	318	0.0
29.04.2022	16:00:00	0	0	0	294.7	52	6.7	325	0.0
29.04.2022	16:30:00	0	0	0	294.0	54	7.5	321	0.0
29.04.2022	17:00:00	0	0	0	293.8	56	6.4	323	0.0
29.04.2022	17:30:00	0	0	0	293.6	58	5.2	321	0.0
29.04.2022	18:00:00	0	0	0	293.2	58	4.8	328	0.0
29.04.2022	18:30:00	0	0	0	292.4	59	4.6	332	0.0
29.04.2022	19:00:00	0	0	0	291.8	58	5.1	337	0.0
29.04.2022	19:30:00	0	0	0	290.9	60	4.8	342	0.0
29.04.2022	20:00:00	0	0	0	290.5	62	4.6	336	0.0
29.04.2022	20:30:00	0	0	0	289.8	65	3.9	339	0.0
29.04.2022	21:00:00	0	0	0	289.4	67	3.8	340	0.0
29.04.2022	21:30:00	0	0	0	288.6	70	1.7	353	0.0
29.04.2022	22:00:00	0	0	0	290.0	63	1.1	81	0.0
29.04.2022	22:30:00	0	0	0	289.5	66	2.3	107	0.0
29.04.2022	23:00:00	0	0	0	289.6	67	2.9	98	0.0
29.04.2022	23:30:00	0	0	0	289.1	69	1.0	38	0.0
30.04.2022	00:00:00	0	0	0	289.3	69	1.0	346	0.0
30.04.2022	00:30:00	0	0	0	286.2	84	2.5	343	0.0
30.04.2022	01:00:00	0	0	0	287.9	75	1.8	9	0.0
30.04.2022	01:30:00	0	0	0	288.7	69	1.7	21	0.0
30.04.2022	02:00:00	0	0	0	287.9	73	1.9	30	0.0
30.04.2022	02:30:00	0	0	0	288.2	72	1.3	86	0.0
30.04.2022	03:00:00	0	0	0	287.5	77	2.4	92	0.0
30.04.2022	03:30:00	0	0	0	287.7	76	2.1	76	0.0
30.04.2022	04:00:00	0	0	0	287.1	79	1.3	108	0.0
30.04.2022	04:30:00	0	0	0	286.9	78	1.1	99	0.0
30.04.2022	05:00:00	0	0	0	286.5	82	1.4	108	0.0
30.04.2022	05:30:00	0	0	0	286.7	82	3.3	94	0.0
30.04.2022	06:00:00	0	0	0	286.8	81	1.7	118	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
30.04.2022	06:30:00	0	0	0	287.2	81	2.6	93	0.0
30.04.2022	07:00:00	0	0	0	288.3	78	1.0	234	0.0
30.04.2022	07:30:00	0	0	0	289.2	76	1.0	235	0.0
30.04.2022	08:00:00	0	0	0	290.2	71	1.0	246	0.0
30.04.2022	08:30:00	0	0	0	290.2	74	2.1	300	0.0
30.04.2022	09:00:00	0	0	0	290.7	75	1.7	318	0.0
30.04.2022	09:30:00	0	0	0	291.1	81	2.4	310	0.0
30.04.2022	10:00:00	0	0	0	292.0	77	1.4	313	0.0
30.04.2022	10:30:00	0	0	0	293.5	70	2.0	308	0.0
30.04.2022	11:00:00	0	0	0	294.1	61	1.7	303	0.0
30.04.2022	11:30:00	0	0	0	293.9	68	4.0	304	0.0
30.04.2022	12:00:00	0	0	0	290.2	86	4.4	317	0.0
30.04.2022	12:30:00	0	0	0	289.6	87	5.0	311	0.0
30.04.2022	13:00:00	0	0	0	289.5	87	5.0	297	0.0
30.04.2022	13:30:00	0	0	0	290.0	85	4.8	312	0.0
30.04.2022	14:00:00	0	0	0	290.6	82	4.1	313	0.0
30.04.2022	14:30:00	0	0	0	292.1	74	2.9	320	0.0
30.04.2022	15:00:00	0	0	0	292.6	69	3.9	299	0.0
30.04.2022	15:30:00	0	0	0	292.0	71	4.0	301	0.0
30.04.2022	16:00:00	0	0	0	291.5	70	4.8	313	0.0
30.04.2022	16:30:00	0	0	0	291.8	64	4.1	311	0.0
30.04.2022	17:00:00	0	0	0	291.0	69	4.5	313	0.0
30.04.2022	17:30:00	0	0	0	290.0	76	5.2	312	0.0
30.04.2022	18:00:00	0	0	0	289.7	79	4.5	314	0.0
30.04.2022	18:30:00	0	0	0	288.7	85	4.6	313	0.0
30.04.2022	19:00:00	0	0	0	287.9	90	4.8	314	0.0
30.04.2022	19:30:00	0	0	0	287.1	92	4.3	316	0.0
30.04.2022	20:00:00	0	0	0	286.7	92	4.4	316	0.0
30.04.2022	20:30:00	0	0	0	286.7	93	4.8	322	0.0
30.04.2022	21:00:00	0	0	0	286.8	90	6.0	325	0.0
30.04.2022	21:30:00	0	0	0	286.7	89	5.4	331	0.0
30.04.2022	22:00:00	0	0	0	286.3	90	3.1	330	0.0
30.04.2022	22:30:00	0	0	0	286.2	89	3.4	329	0.0
30.04.2022	23:00:00	0	0	0	286.3	88	3.6	331	0.0
30.04.2022	23:30:00	0	0	0	286.3	88	3.5	329	0.0
1.05.2022	00:00:00	0	0	0	286.4	87	2.5	340	0.0
1.05.2022	00:30:00	0	0	0	286.3	86	1.8	318	0.0
1.05.2022	01:00:00	0	0	0	286.2	85	1.8	334	0.0
1.05.2022	01:30:00	0	0	0	286.3	85	1.9	272	0.0
1.05.2022	02:00:00	0	0	0	286.2	85	2.3	318	0.0
1.05.2022	02:30:00	0	0	0	286.0	85	3.0	334	0.0
1.05.2022	03:00:00	0	0	0	286.0	83	2.8	322	0.0
1.05.2022	03:30:00	0	0	0	286.3	84	1.7	289	0.0
1.05.2022	04:00:00	0	0	0	285.9	81	2.6	324	0.0
1.05.2022	04:30:00	0	0	0	285.9	81	1.0	281	0.0
1.05.2022	05:00:00	0	0	0	285.9	82	1.9	316	0.0
1.05.2022	05:30:00	0	0	0	285.9	78	2.1	298	0.0
1.05.2022	06:00:00	0	0	0	285.8	79	2.5	322	0.0
1.05.2022	06:30:00	0	0	0	286.0	78	1.5	4	0.0
1.05.2022	07:00:00	0	0	0	286.2	78	1.3	335	0.0
1.05.2022	07:30:00	0	0	0	286.5	77	3.0	339	0.0
1.05.2022	08:00:00	0	0	0	286.6	76	2.1	353	0.0
1.05.2022	08:30:00	0	0	0	286.9	75	1.6	357	0.0
1.05.2022	09:00:00	0	0	0	287.2	73	1.0	336	0.0
1.05.2022	09:30:00	0	0	0	287.4	73	1.5	317	0.0
1.05.2022	10:00:00	0	0	0	287.7	70	2.8	332	0.0
1.05.2022	10:30:00	0	0	0	288.2	70	2.6	307	0.0
1.05.2022	11:00:00	0	0	0	288.8	67	4.0	321	0.0
1.05.2022	11:30:00	0	0	0	289.1	67	4.0	313	0.0
1.05.2022	12:00:00	0	0	0	288.9	68	3.3	294	0.0
1.05.2022	12:30:00	0	0	0	289.0	70	3.3	313	0.0
1.05.2022	13:00:00	0	0	0	288.5	73	2.8	264	0.0
1.05.2022	13:30:00	0	0	0	288.2	78	4.0	298	0.0
1.05.2022	14:00:00	0	0	0	288.4	77	5.7	302	0.0
1.05.2022	14:30:00	0	0	0	288.1	76	5.3	305	0.0
1.05.2022	15:00:00	0	0	0	288.0	77	6.2	308	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
1.05.2022	15:30:00	0	0	0	288.2	75	5.6	300	0.0
1.05.2022	16:00:00	0	0	0	288.6	71	5.0	306	0.0
1.05.2022	16:30:00	0	0	0	288.0	75	5.0	300	0.0
1.05.2022	17:00:00	0	0	0	287.8	74	6.0	312	0.0
1.05.2022	17:30:00	0	0	0	287.7	71	4.9	312	0.0
1.05.2022	18:00:00	0	0	0	287.3	74	5.6	316	0.0
1.05.2022	18:30:00	0	0	0	287.2	75	6.1	315	0.0
1.05.2022	19:00:00	0	0	0	287.2	74	6.1	318	0.0
1.05.2022	19:30:00	0	0	0	287.0	77	5.4	321	0.0
1.05.2022	20:00:00	0	0	0	287.0	76	5.9	327	0.0
1.05.2022	20:30:00	0	0	0	286.8	75	5.4	333	0.0
1.05.2022	21:00:00	0	0	0	286.9	75	5.7	331	0.0
1.05.2022	21:30:00	0	0	0	287.0	77	5.6	326	0.0
1.05.2022	22:00:00	0	0	0	286.8	80	5.1	320	0.0
1.05.2022	22:30:00	0	0	0	286.6	81	5.3	330	0.0
1.05.2022	23:00:00	0	0	0	286.5	83	4.7	323	0.0
1.05.2022	23:30:00	0	0	0	286.2	82	4.6	328	0.0
2.05.2022	00:00:00	0	0	0	285.9	83	4.5	322	0.0
2.05.2022	00:30:00	0	0	0	286.1	81	4.7	324	0.0
2.05.2022	01:00:00	0	0	0	285.7	86	3.1	317	0.0
2.05.2022	01:30:00	0	0	0	285.4	88	3.7	324	0.0
2.05.2022	02:00:00	0	0	0	285.4	88	3.7	322	0.0
2.05.2022	02:30:00	0	0	0	285.0	88	3.4	327	0.0
2.05.2022	03:00:00	0	0	0	284.9	89	3.7	325	0.0
2.05.2022	03:30:00	0	0	0	284.7	90	3.0	325	0.0
2.05.2022	04:00:00	0	0	0	284.8	90	2.6	313	0.0
2.05.2022	04:30:00	0	0	0	284.7	91	2.9	324	0.0
2.05.2022	05:00:00	0	0	0	284.8	91	3.0	323	0.0
2.05.2022	05:30:00	0	0	0	285.4	90	2.4	337	0.0
2.05.2022	06:00:00	0	0	0	285.1	90	2.3	346	0.0
2.05.2022	06:30:00	0	0	0	285.0	91	2.3	327	0.0
2.05.2022	07:00:00	0	0	0	285.8	85	2.6	330	0.0
2.05.2022	07:30:00	0	0	0	286.4	80	2.8	341	0.0
2.05.2022	08:00:00	0	0	0	287.3	74	3.0	357	0.0
2.05.2022	08:30:00	0	0	0	288.2	70	3.3	335	0.0
2.05.2022	09:00:00	0	0	0	288.6	67	4.4	311	0.0
2.05.2022	09:30:00	0	0	0	287.7	70	4.4	305	0.0
2.05.2022	10:00:00	0	0	0	289.0	64	4.6	309	0.0
2.05.2022	10:30:00	0	0	0	289.5	62	5.1	312	0.0
2.05.2022	11:00:00	0	0	0	289.4	62	6.1	305	0.0
2.05.2022	11:30:00	0	0	0	289.7	61	8.0	318	0.0
2.05.2022	12:00:00	0	0	0	289.8	60	8.9	321	0.0
2.05.2022	12:30:00	0	0	0	289.8	62	9.5	317	0.0
2.05.2022	13:00:00	0	0	0	290.3	61	8.8	314	0.0
2.05.2022	13:30:00	0	0	0	289.8	64	9.5	316	0.0
2.05.2022	14:00:00	0	0	0	289.7	65	10.5	316	0.0
2.05.2022	14:30:00	0	0	0	289.8	66	11.0	324	0.0
2.05.2022	15:00:00	0	0	0	289.2	66	10.4	325	0.0
2.05.2022	15:30:00	0	0	0	289.7	64	11.2	325	0.0
2.05.2022	16:00:00	0	0	0	289.2	66	11.0	323	0.0
2.05.2022	16:30:00	0	0	0	288.8	69	11.5	325	0.0
2.05.2022	17:00:00	0	0	0	288.8	70	10.8	320	0.0
2.05.2022	17:30:00	0	0	0	288.4	72	9.8	323	0.0
2.05.2022	18:00:00	0	0	0	288.4	73	7.9	317	0.0
2.05.2022	18:30:00	0	0	0	287.5	80	8.1	322	0.0
2.05.2022	19:00:00	0	0	0	287.1	82	5.5	333	0.0
2.05.2022	19:30:00	0	0	0	287.1	81	4.0	341	0.0
2.05.2022	20:00:00	0	0	0	286.8	81	4.2	342	0.0
2.05.2022	20:30:00	0	0	0	288.3	66	5.5	1	0.0
2.05.2022	21:00:00	0	0	0	287.4	76	6.5	17	0.1
2.05.2022	21:30:00	0	0	0	286.7	78	6.8	358	0.0
2.05.2022	22:00:00	0	0	0	286.5	74	5.7	3	0.0
2.05.2022	22:30:00	0	0	0	285.8	79	5.9	352	0.0
2.05.2022	23:00:00	0	0	0	285.4	79	5.7	352	0.0
2.05.2022	23:30:00	0	0	0	284.4	84	4.1	338	0.0
3.05.2022	00:00:00	0	0	0	284.0	86	3.9	342	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
3.05.2022	00:30:00	0	0	0	284.1	84	3.9	346	0.0
3.05.2022	01:00:00	0	0	0	283.2	86	3.8	350	0.0
3.05.2022	01:30:00	0	0	0	284.3	79	3.3	32	0.0
3.05.2022	02:00:00	0	0	0	284.2	78	2.9	34	0.0
3.05.2022	02:30:00	0	0	0	283.1	83	3.0	9	0.0
3.05.2022	03:00:00	0	0	0	283.6	82	3.7	7	0.0
3.05.2022	03:30:00	0	0	0	283.4	83	3.0	354	0.0
3.05.2022	04:00:00	0	0	0	282.9	82	3.2	335	0.0
3.05.2022	04:30:00	0	0	0	283.2	82	3.9	350	0.0
3.05.2022	05:00:00	0	0	0	282.2	85	3.2	340	0.0
3.05.2022	05:30:00	0	0	0	283.0	84	3.4	355	0.0
3.05.2022	06:00:00	0	0	0	283.3	81	4.6	357	0.0
3.05.2022	06:30:00	0	0	0	283.9	80	3.7	349	0.0
3.05.2022	07:00:00	0	0	0	285.1	75	3.4	359	0.0
3.05.2022	07:30:00	0	0	0	286.3	70	3.4	22	0.0
3.05.2022	08:00:00	0	0	0	287.4	68	3.9	15	0.0
3.05.2022	08:30:00	0	0	0	288.5	65	5.1	10	0.0
3.05.2022	09:00:00	0	0	0	289.5	61	4.8	6	0.0
3.05.2022	09:30:00	0	0	0	290.7	57	4.9	2	0.0
3.05.2022	10:00:00	0	0	0	291.6	52	5.1	25	0.0
3.05.2022	10:30:00	0	0	0	292.0	53	5.3	357	0.0
3.05.2022	11:00:00	0	0	0	292.5	54	5.1	336	0.0
3.05.2022	11:30:00	0	0	0	293.6	49	5.0	7	0.0
3.05.2022	12:00:00	0	0	0	293.0	54	7.0	315	0.0
3.05.2022	12:30:00	0	0	0	293.5	53	6.8	313	0.0
3.05.2022	13:00:00	0	0	0	292.7	56	7.2	309	0.0
3.05.2022	13:30:00	0	0	0	292.7	58	8.7	316	0.0
3.05.2022	14:00:00	0	0	0	293.2	57	8.1	327	0.0
3.05.2022	14:30:00	0	0	0	293.1	57	8.5	325	0.0
3.05.2022	15:00:00	0	0	0	293.9	55	8.2	328	0.0
3.05.2022	15:30:00	0	0	0	293.5	56	7.7	326	0.0
3.05.2022	16:00:00	0	0	0	293.6	56	7.0	324	0.0
3.05.2022	16:30:00	0	0	0	294.5	52	6.4	328	0.0
3.05.2022	17:00:00	0	0	0	293.9	53	5.7	335	0.0
3.05.2022	17:30:00	0	0	0	292.7	60	5.4	320	0.0
3.05.2022	18:00:00	0	0	0	292.4	60	6.0	334	0.0
3.05.2022	18:30:00	0	0	0	291.6	60	7.1	336	0.0
3.05.2022	19:00:00	0	0	0	291.4	62	6.2	345	0.0
3.05.2022	19:30:00	0	0	0	290.6	66	3.9	341	0.0
3.05.2022	20:00:00	0	0	0	290.1	67	3.0	349	0.0
3.05.2022	20:30:00	0	0	0	289.4	70	2.2	335	0.0
3.05.2022	21:00:00	0	0	0	288.9	72	2.4	336	0.0
3.05.2022	21:30:00	0	0	0	288.0	76	3.1	350	0.0
3.05.2022	22:00:00	0	0	0	289.7	66	3.2	17	0.0
3.05.2022	22:30:00	0	0	0	291.4	57	3.5	40	0.0
3.05.2022	23:00:00	0	0	0	291.0	58	3.0	57	0.0
3.05.2022	23:30:00	0	0	0	290.1	62	2.6	75	0.0
4.05.2022	00:00:00	0	0	0	289.1	66	2.1	80	0.0
4.05.2022	00:30:00	0	0	0	288.9	67	2.9	79	0.0
4.05.2022	01:00:00	0	0	0	289.5	61	3.6	68	0.0
4.05.2022	01:30:00	0	0	0	289.1	61	3.2	76	0.0
4.05.2022	02:00:00	0	0	0	288.4	64	2.3	86	0.0
4.05.2022	02:30:00	0	0	0	288.1	65	1.6	74	0.0
4.05.2022	03:00:00	0	0	0	288.1	64	2.9	72	0.0
4.05.2022	03:30:00	0	0	0	288.7	59	3.9	69	0.0
4.05.2022	04:00:00	0	0	0	288.4	60	2.9	60	0.0
4.05.2022	04:30:00	0	0	0	288.1	60	3.0	77	0.0
4.05.2022	05:00:00	0	0	0	286.8	65	2.3	25	0.0
4.05.2022	05:30:00	0	0	0	287.8	59	2.2	56	0.0
4.05.2022	06:00:00	0	0	0	288.0	59	2.8	61	0.0
4.05.2022	06:30:00	0	0	0	287.8	62	2.3	19	0.0
4.05.2022	07:00:00	0	0	0	289.3	55	2.4	64	0.0
4.05.2022	07:30:00	0	0	0	289.9	54	3.3	80	0.0
4.05.2022	08:00:00	0	0	0	290.6	51	3.8	89	0.0
4.05.2022	08:30:00	0	0	0	291.3	49	3.9	76	0.0
4.05.2022	09:00:00	0	0	0	292.2	47	4.3	68	0.0

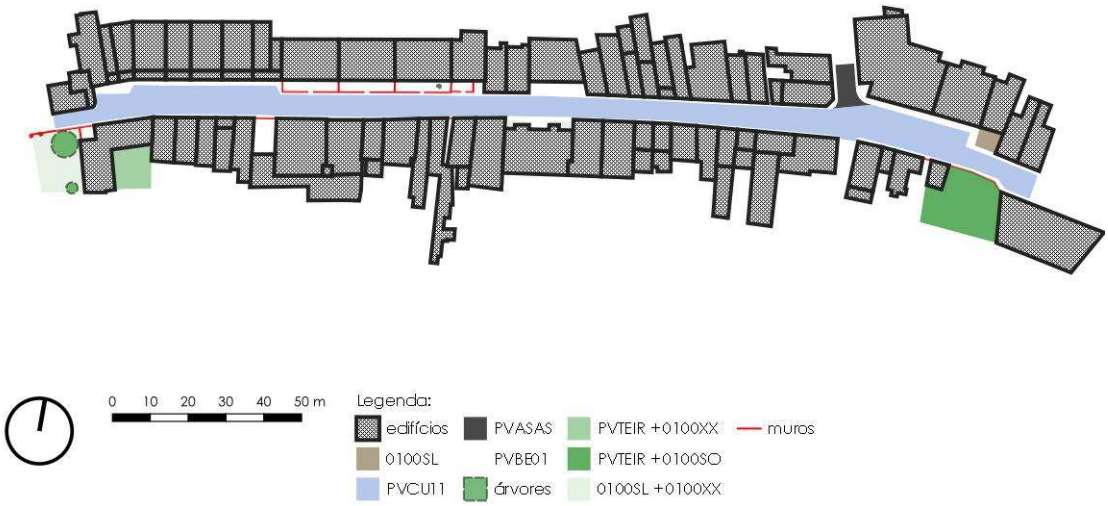
Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
4.05.2022	09:30:00	0	0	0	292.7	46	3.6	52	0.0
4.05.2022	10:00:00	0	0	0	293.7	46	3.3	103	0.0
4.05.2022	10:30:00	0	0	0	294.4	45	2.0	35	0.0
4.05.2022	11:00:00	0	0	0	294.9	44	1.6	0	0.0
4.05.2022	11:30:00	0	0	0	293.2	55	4.2	300	0.0
4.05.2022	12:00:00	0	0	0	293.1	54	5.4	298	0.0
4.05.2022	12:30:00	0	0	0	293.5	52	6.9	318	0.0
4.05.2022	13:00:00	0	0	0	294.1	52	6.2	310	0.0
4.05.2022	13:30:00	0	0	0	293.7	51	7.2	313	0.0
4.05.2022	14:00:00	0	0	0	293.8	51	8.5	327	0.0
4.05.2022	14:30:00	0	0	0	293.6	52	8.5	330	0.0
4.05.2022	15:00:00	0	0	0	293.7	51	6.6	321	0.0
4.05.2022	15:30:00	0	0	0	293.8	48	7.7	322	0.0
4.05.2022	16:00:00	0	0	0	293.4	46	7.6	326	0.0
4.05.2022	16:30:00	0	0	0	293.4	47	6.8	323	0.0
4.05.2022	17:00:00	0	0	0	292.9	46	6.8	318	0.0
4.05.2022	17:30:00	0	0	0	292.6	46	7.3	323	0.0
4.05.2022	18:00:00	0	0	0	292.2	56	6.2	322	0.0
4.05.2022	18:30:00	0	0	0	291.3	66	3.8	311	0.0
4.05.2022	19:00:00	0	0	0	289.6	77	3.2	310	0.0
4.05.2022	19:30:00	0	0	0	288.9	81	1.8	307	0.0
4.05.2022	20:00:00	0	0	0	288.3	84	1.0	311	0.0
4.05.2022	20:30:00	0	0	0	288.5	82	1.0	218	0.0
4.05.2022	21:00:00	0	0	0	288.6	80	1.0	359	0.0
4.05.2022	21:30:00	0	0	0	288.9	78	1.0	111	0.0
4.05.2022	22:00:00	0	0	0	289.9	72	1.5	111	0.0
4.05.2022	22:30:00	0	0	0	289.5	74	2.3	120	0.0
4.05.2022	23:00:00	0	0	0	289.1	74	1.3	103	0.0
4.05.2022	23:30:00	0	0	0	288.9	73	1.3	10	0.0
5.05.2022	00:00:00	0	0	0	288.1	76	2.1	81	0.0
5.05.2022	00:30:00	0	0	0	288.0	74	2.3	102	0.0
5.05.2022	01:00:00	0	0	0	287.9	76	3.2	78	0.0
5.05.2022	01:30:00	0	0	0	288.0	74	1.9	100	0.0
5.05.2022	02:00:00	0	0	0	287.2	78	1.0	33	0.0
5.05.2022	02:30:00	0	0	0	287.2	79	1.0	133	0.0
5.05.2022	03:00:00	0	0	0	286.5	83	1.2	85	0.0
5.05.2022	03:30:00	0	0	0	286.7	81	1.7	100	0.0
5.05.2022	04:00:00	0	0	0	286.4	82	1.5	115	0.0
5.05.2022	04:30:00	0	0	0	285.8	85	1.3	152	0.0
5.05.2022	05:00:00	0	0	0	285.6	84	1.0	142	0.0
5.05.2022	05:30:00	0	0	0	285.6	84	1.0	206	0.0
5.05.2022	06:00:00	0	0	0	286.2	80	1.0	151	0.0
5.05.2022	06:30:00	0	0	0	287.3	77	1.3	113	0.0
5.05.2022	07:00:00	0	0	0	288.7	72	1.0	131	0.0
5.05.2022	07:30:00	0	0	0	290.0	68	1.0	90	0.0
5.05.2022	08:00:00	0	0	0	291.1	64	2.3	126	0.0
5.05.2022	08:30:00	0	0	0	291.8	62	2.4	136	0.0
5.05.2022	09:00:00	0	0	0	292.9	59	2.6	131	0.0
5.05.2022	09:30:00	0	0	0	294.4	55	2.1	157	0.0
5.05.2022	10:00:00	0	0	0	294.1	57	2.0	230	0.0
5.05.2022	10:30:00	0	0	0	294.0	58	2.2	247	0.0
5.05.2022	11:00:00	0	0	0	294.6	55	2.2	228	0.0
5.05.2022	11:30:00	0	0	0	293.8	60	2.3	258	0.0
5.05.2022	12:00:00	0	0	0	293.2	60	2.6	265	0.0
5.05.2022	12:30:00	0	0	0	293.7	59	2.7	241	0.0
5.05.2022	13:00:00	0	0	0	293.6	57	2.8	263	0.0
5.05.2022	13:30:00	0	0	0	293.1	62	3.4	290	0.0
5.05.2022	14:00:00	0	0	0	292.8	63	3.1	305	0.0
5.05.2022	14:30:00	0	0	0	293.0	60	3.2	309	0.0
5.05.2022	15:00:00	0	0	0	293.1	59	4.1	310	0.0
5.05.2022	15:30:00	0	0	0	293.1	57	4.3	307	0.0
5.05.2022	16:00:00	0	0	0	293.6	56	4.3	302	0.0
5.05.2022	16:30:00	0	0	0	293.7	56	4.1	301	0.0
5.05.2022	17:00:00	0	0	0	293.7	55	4.1	311	0.0
5.05.2022	17:30:00	0	0	0	293.1	55	5.0	313	0.0
5.05.2022	18:00:00	0	0	0	293.1	56	4.3	320	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
5.05.2022	18:30:00	0	0	0	293.0	59	2.5	303	0.0
5.05.2022	19:00:00	0	0	0	291.4	69	1.6	279	0.0
5.05.2022	19:30:00	0	0	0	290.6	71	1.4	316	0.0
5.05.2022	20:00:00	0	0	0	289.8	74	1.0	265	0.0
5.05.2022	20:30:00	0	0	0	288.5	82	1.0	244	0.0
5.05.2022	21:00:00	0	0	0	287.9	86	1.0	272	0.0
5.05.2022	21:30:00	0	0	0	287.3	87	1.0	230	0.0
5.05.2022	22:00:00	0	0	0	287.6	86	1.0	264	0.0
5.05.2022	22:30:00	0	0	0	286.9	92	1.0	219	0.0
5.05.2022	23:00:00	0	0	0	286.8	94	1.0	186	0.0
5.05.2022	23:30:00	0	0	0	287.1	93	1.2	220	0.0
6.05.2022	00:00:00	0	0	0	287.0	94	1.0	163	0.0
6.05.2022	00:30:00	0	0	0	286.5	93	1.2	153	0.0
6.05.2022	01:00:00	0	0	0	286.3	93	1.5	157	0.0
6.05.2022	01:30:00	0	0	0	286.5	92	1.1	124	0.0
6.05.2022	02:00:00	0	0	0	286.3	90	1.3	140	0.0
6.05.2022	02:30:00	0	0	0	286.0	90	1.5	152	0.0
6.05.2022	03:00:00	0	0	0	285.9	91	1.7	158	0.0
6.05.2022	03:30:00	0	0	0	286.2	92	1.0	160	0.0
6.05.2022	04:00:00	0	0	0	286.0	89	1.0	105	0.0
6.05.2022	04:30:00	0	0	0	285.1	90	1.9	143	0.0
6.05.2022	05:00:00	0	0	0	284.7	91	1.4	119	0.0
6.05.2022	05:30:00	0	0	0	285.0	91	1.7	135	0.0
6.05.2022	06:00:00	0	0	0	285.3	91	1.1	136	0.0
6.05.2022	06:30:00	0	0	0	286.2	89	1.2	123	0.0
6.05.2022	07:00:00	0	0	0	287.8	84	1.0	111	0.0
6.05.2022	07:30:00	0	0	0	288.9	78	1.0	207	0.0
6.05.2022	08:00:00	0	0	0	289.9	73	1.0	333	0.0
6.05.2022	08:30:00	0	0	0	291.0	74	1.2	203	0.0
6.05.2022	09:00:00	0	0	0	290.2	80	1.7	263	0.0
6.05.2022	09:30:00	0	0	0	290.4	77	2.0	231	0.0
6.05.2022	10:00:00	0	0	0	290.8	75	2.0	233	0.0
6.05.2022	10:30:00	0	0	0	290.4	74	2.5	226	0.0
6.05.2022	11:00:00	0	0	0	291.3	72	2.2	228	0.0
6.05.2022	11:30:00	0	0	0	292.3	71	2.3	243	0.0
6.05.2022	12:00:00	0	0	0	291.5	73	2.4	276	0.0
6.05.2022	12:30:00	0	0	0	290.5	78	3.2	233	0.0
6.05.2022	13:00:00	0	0	0	289.9	82	2.6	245	0.0
6.05.2022	13:30:00	0	0	0	291.0	79	2.4	262	0.0
6.05.2022	14:00:00	0	0	0	290.7	79	2.3	272	0.0
6.05.2022	14:30:00	0	0	0	290.6	77	2.9	300	0.0
6.05.2022	15:00:00	0	0	0	290.4	79	3.3	301	0.0
6.05.2022	15:30:00	0	0	0	291.0	76	3.1	301	0.0
6.05.2022	16:00:00	0	0	0	290.3	79	3.3	301	0.0
6.05.2022	16:30:00	0	0	0	291.1	73	3.4	309	0.0
6.05.2022	17:00:00	0	0	0	291.2	72	3.2	309	0.0
6.05.2022	17:30:00	0	0	0	291.7	68	3.1	315	0.0
6.05.2022	18:00:00	0	0	0	292.0	67	2.7	325	0.0
6.05.2022	18:30:00	0	0	0	291.4	71	2.2	292	0.0
6.05.2022	19:00:00	0	0	0	289.8	78	2.1	288	0.0
6.05.2022	19:30:00	0	0	0	288.9	80	1.0	292	0.0
6.05.2022	20:00:00	0	0	0	287.7	85	1.0	320	0.0
6.05.2022	20:30:00	0	0	0	287.6	86	1.4	221	0.0
6.05.2022	21:00:00	0	0	0	287.5	88	1.2	211	0.0
6.05.2022	21:30:00	0	0	0	287.1	89	1.2	211	0.0
6.05.2022	22:00:00	0	0	0	286.3	92	1.0	143	0.0
6.05.2022	22:30:00	0	0	0	286.5	90	1.0	221	0.0
6.05.2022	23:00:00	0	0	0	286.2	91	1.0	218	0.0
6.05.2022	23:30:00	0	0	0	286.0	93	1.0	224	0.0
7.05.2022	00:00:00	0	0	0	286.0	92	1.3	342	0.0
7.05.2022	00:30:00	0	0	0	286.0	92	1.1	236	0.0
7.05.2022	01:00:00	0	0	0	285.7	95	1.0	204	0.0
7.05.2022	01:30:00	0	0	0	285.0	95	1.3	199	0.0
7.05.2022	02:00:00	0	0	0	285.2	96	1.4	224	0.0
7.05.2022	02:30:00	0	0	0	285.1	97	1.8	163	0.0
7.05.2022	03:00:00	0	0	0	284.9	98	1.0	210	0.0

Data	Hora	Radiação de onda-curta - directa (W/m2)	Radiação de onda-curta - difusa (W/m2)	Radiação de onda-larga (W/m2)	Temperatura do ar (K)	Humidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Direcção do vento (graus)	Precipitação (mm)
7.05.2022	03:30:00	0	0	0	284.9	98	1.0	200	0.0
7.05.2022	04:00:00	0	0	0	284.2	98	1.0	139	0.0
7.05.2022	04:30:00	0	0	0	283.6	98	1.0	98	0.0
7.05.2022	05:00:00	0	0	0	283.8	98	1.1	232	0.0
7.05.2022	05:30:00	0	0	0	284.1	98	1.0	245	0.0
7.05.2022	06:00:00	0	0	0	283.5	98	1.0	351	0.0
7.05.2022	06:30:00	0	0	0	284.2	99	1.0	22	0.0
7.05.2022	07:00:00	0	0	0	285.7	99	1.0	253	0.0
7.05.2022	07:30:00	0	0	0	287.3	96	1.0	301	0.0
7.05.2022	08:00:00	0	0	0	289.5	87	1.0	289	0.0
7.05.2022	08:30:00	0	0	0	288.7	87	1.1	318	0.0
7.05.2022	09:00:00	0	0	0	291.7	75	1.0	335	0.0
7.05.2022	09:30:00	0	0	0	293.4	63	1.2	325	0.0
7.05.2022	10:00:00	0	0	0	297.3	32	2.7	86	0.0
7.05.2022	10:30:00	0	0	0	290.6	73	4.3	234	0.0
7.05.2022	11:00:00	0	0	0	289.1	83	2.3	258	0.0
7.05.2022	11:30:00	0	0	0	290.1	80	2.3	283	0.0
7.05.2022	12:00:00	0	0	0	291.2	75	2.2	323	0.0
7.05.2022	12:30:00	0	0	0	292.4	72	2.5	305	0.0
7.05.2022	13:00:00	0	0	0	292.5	64	2.9	304	0.0
7.05.2022	13:30:00	0	0	0	293.0	59	4.1	303	0.0
7.05.2022	14:00:00	0	0	0	292.9	55	4.3	301	0.0
7.05.2022	14:30:00	0	0	0	293.8	52	4.1	297	0.0
7.05.2022	15:00:00	0	0	0	293.9	55	4.3	298	0.0
7.05.2022	15:30:00	0	0	0	293.9	52	5.0	318	0.0
7.05.2022	16:00:00	0	0	0	293.2	53	5.4	315	0.0
7.05.2022	16:30:00	0	0	0	293.5	52	6.1	316	0.0
7.05.2022	17:00:00	0	0	0	292.9	48	7.2	325	0.0
7.05.2022	17:30:00	0	0	0	292.3	49	5.4	329	0.0
7.05.2022	18:00:00	0	0	0	293.1	47	5.1	342	0.0
7.05.2022	18:30:00	0	0	0	292.7	46	3.1	334	0.0
7.05.2022	19:00:00	0	0	0	292.9	45	2.9	331	0.0
7.05.2022	19:30:00	0	0	0	291.8	56	1.8	325	0.0
7.05.2022	20:00:00	0	0	0	290.4	67	1.7	342	0.0
7.05.2022	20:30:00	0	0	0	289.8	62	2.6	349	0.0
7.05.2022	21:00:00	0	0	0	290.1	61	1.6	353	0.0
7.05.2022	21:30:00	0	0	0	290.7	54	1.5	84	0.0
7.05.2022	22:00:00	0	0	0	290.6	55	2.9	99	0.0
7.05.2022	22:30:00	0	0	0	290.6	54	2.2	117	0.0
7.05.2022	23:00:00	0	0	0	288.7	62	1.0	139	0.0
7.05.2022	23:30:00	0	0	0	288.5	65	1.0	178	0.0
8.05.2022	00:00:00	0	0	0	289.0	60	1.7	108	0.0

A16

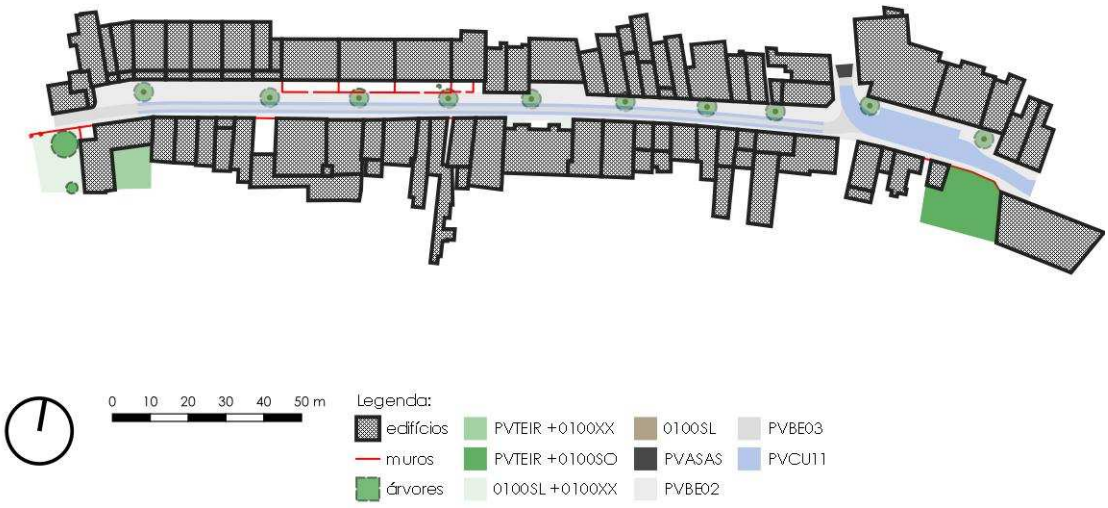
CONFIGURAÇÃO ENVI-MET – PLANTAS E VISUALIZAÇÕES 3D



Planta com os elementos modelados no simulador para a situação existente



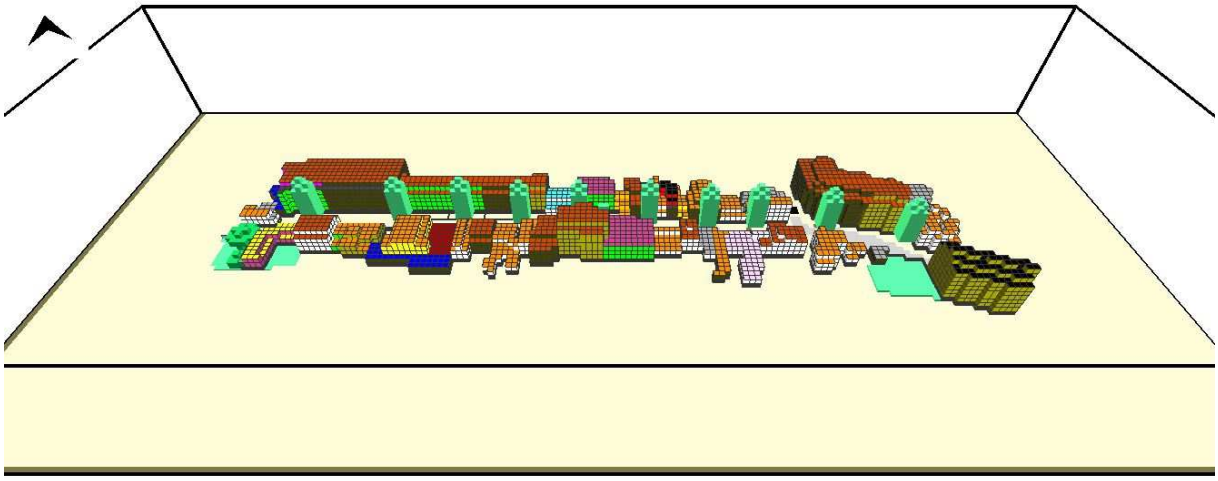
visualização do modelo 3D do cenário da situação existente no Spaces



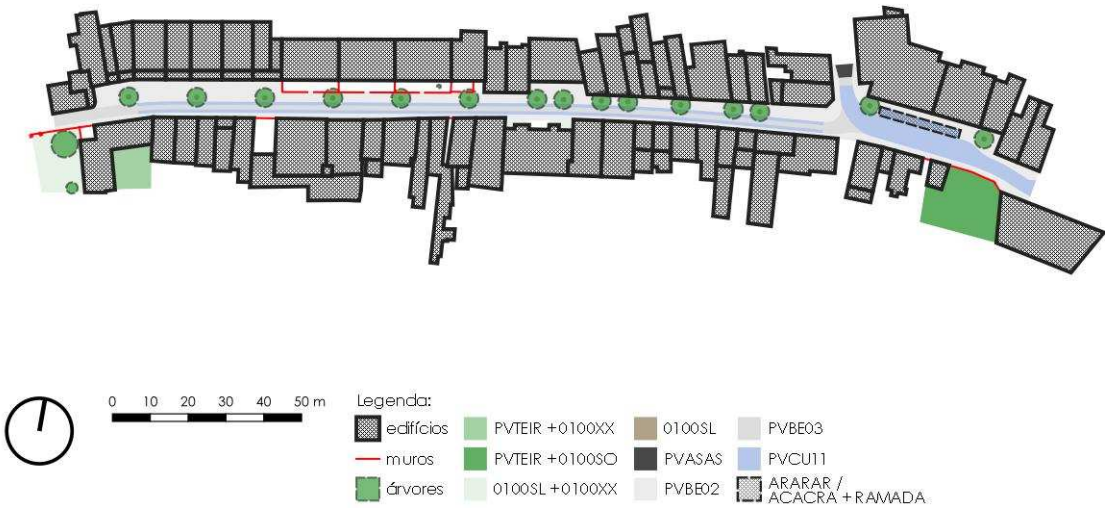
Planta com os elementos modelados no simulador para os cenários do projecto de execução e da alternativa 1



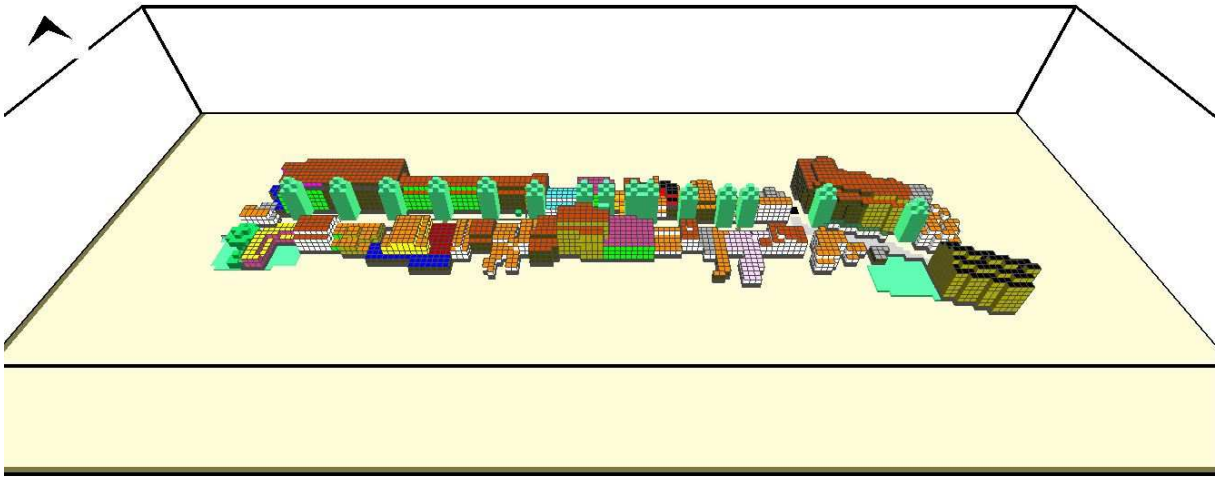
visualização do modelo 3D do cenário do projecto de execução no Spaces



visualização do modelo 3D do cenário alternativo 1 no Spaces



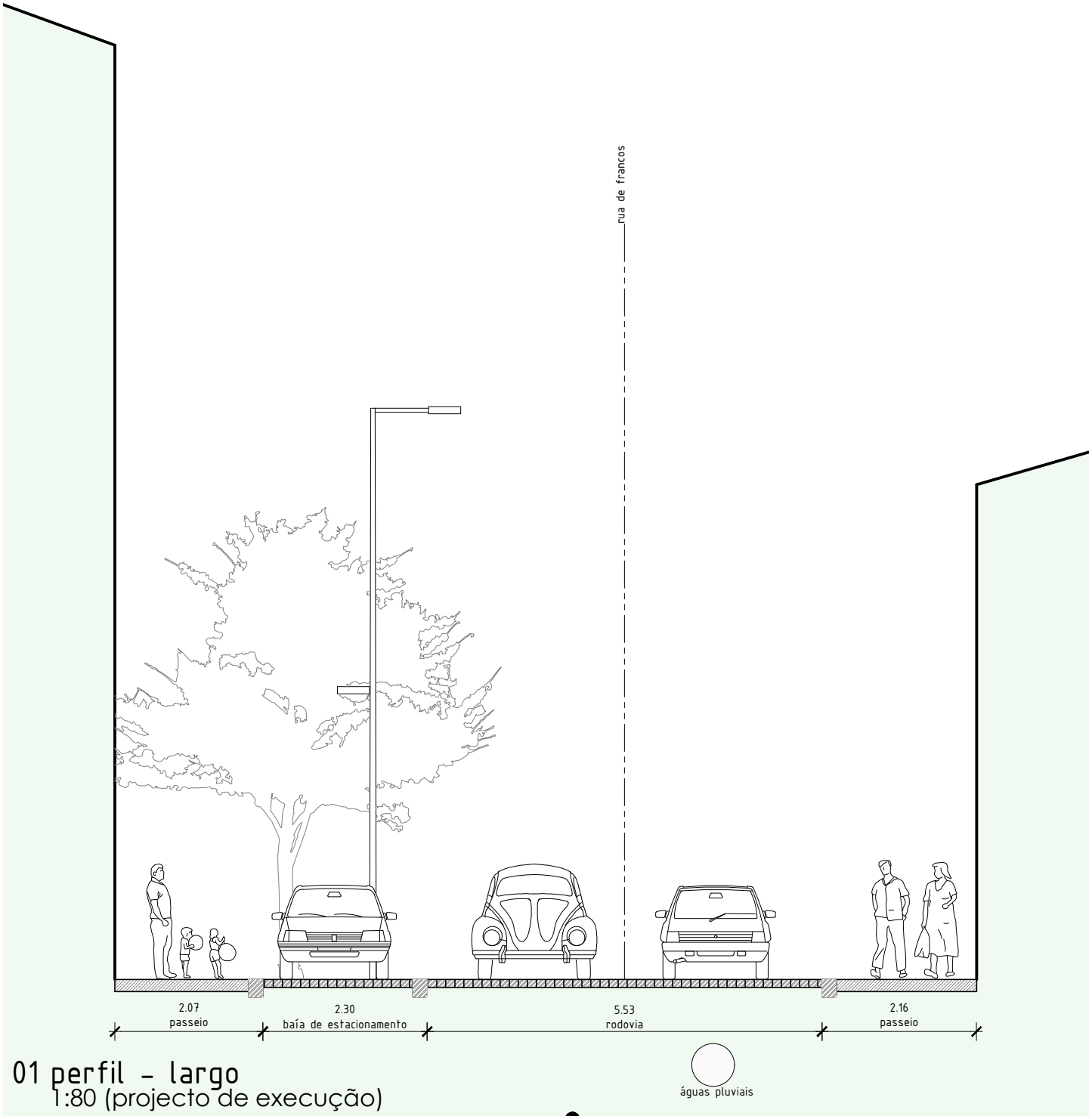
Planta com os elementos modelados no simulador para os cenários alternativo 2



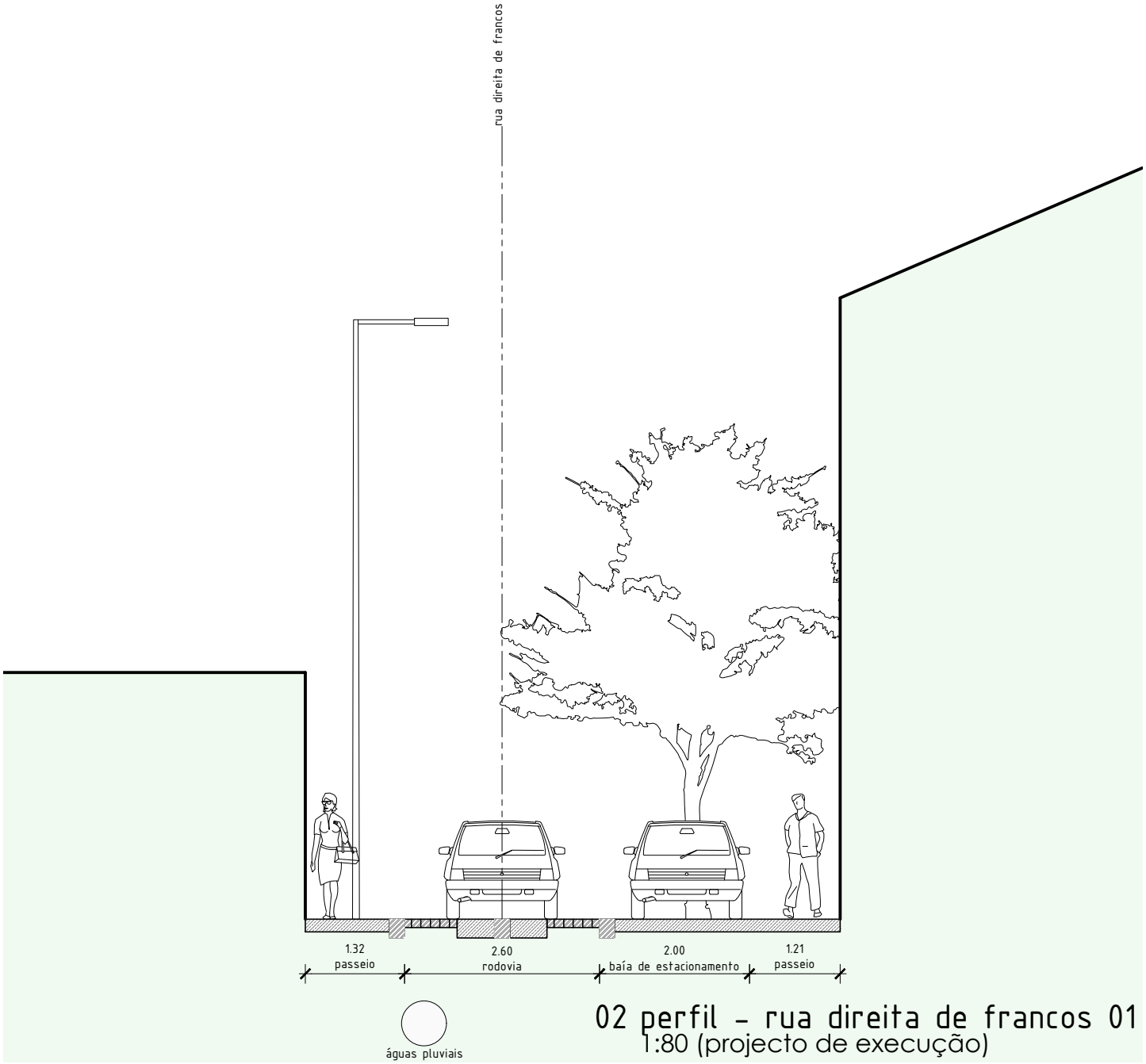
visualização do modelo 3D do cenário alternativo 2 no Spaces

A17

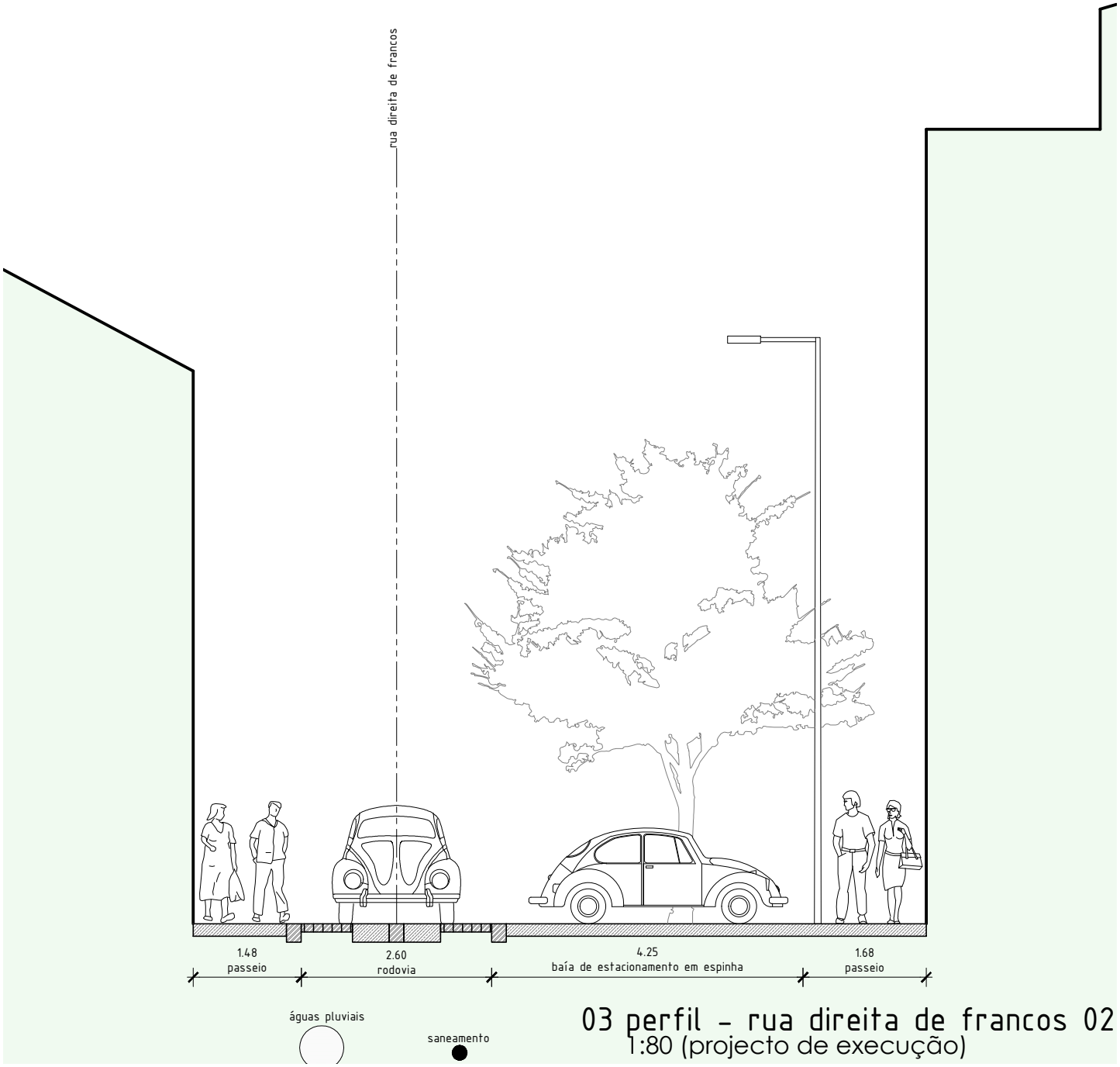
PERFIS



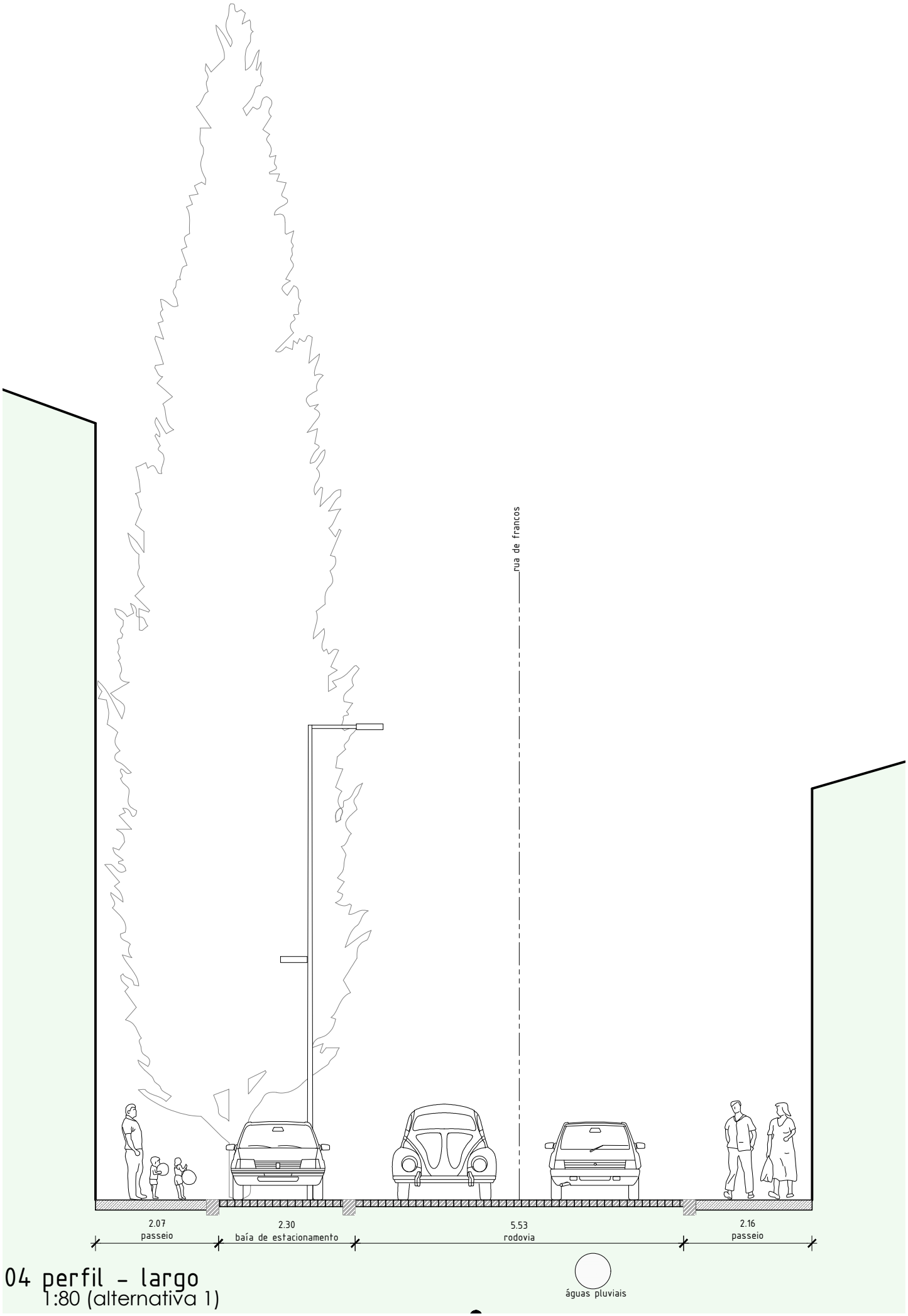
01 perfil - largo
1:80 (projecto de execução)



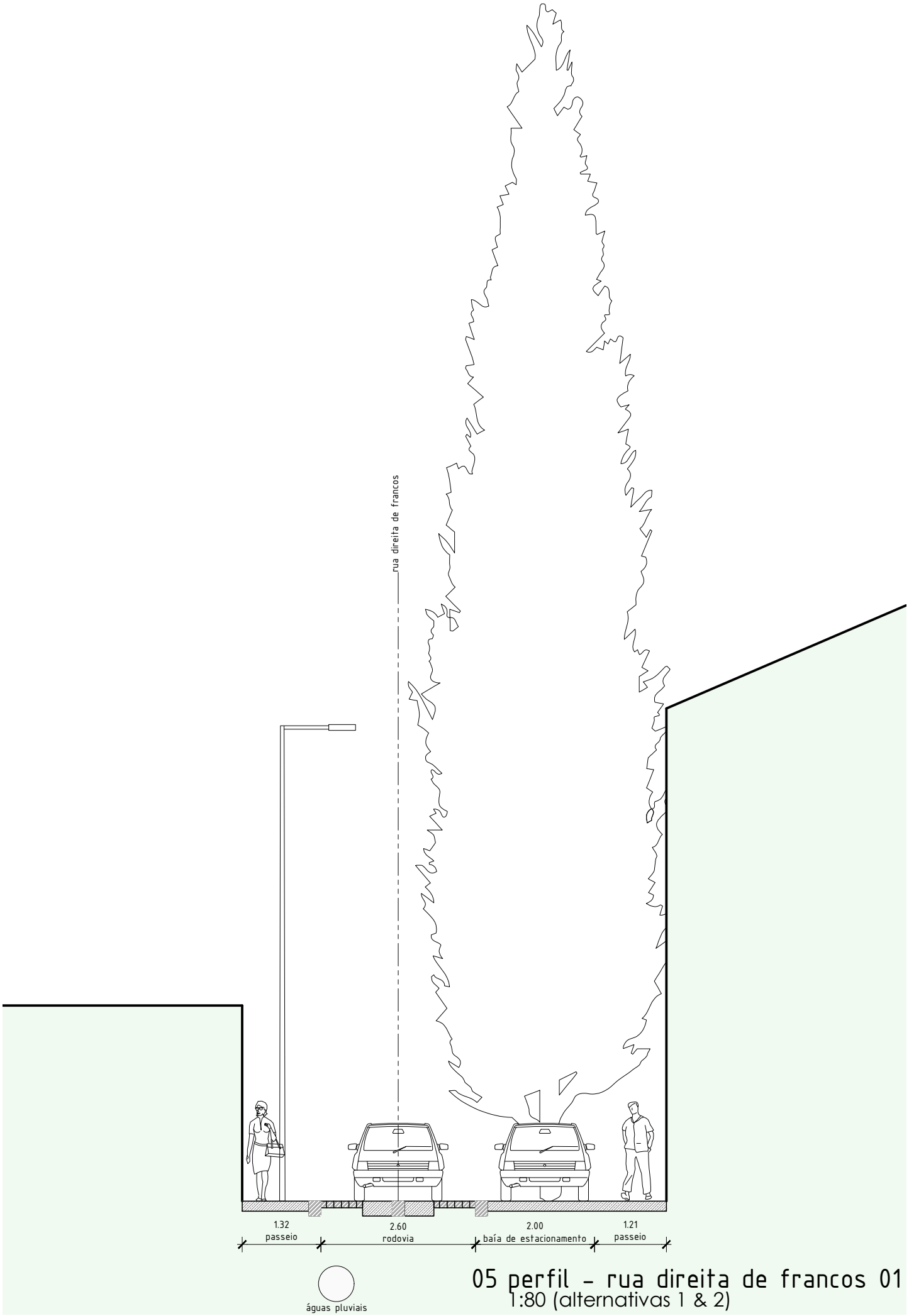
02 perfil – rua direita de francos 01
1:80 (projecto de execução)



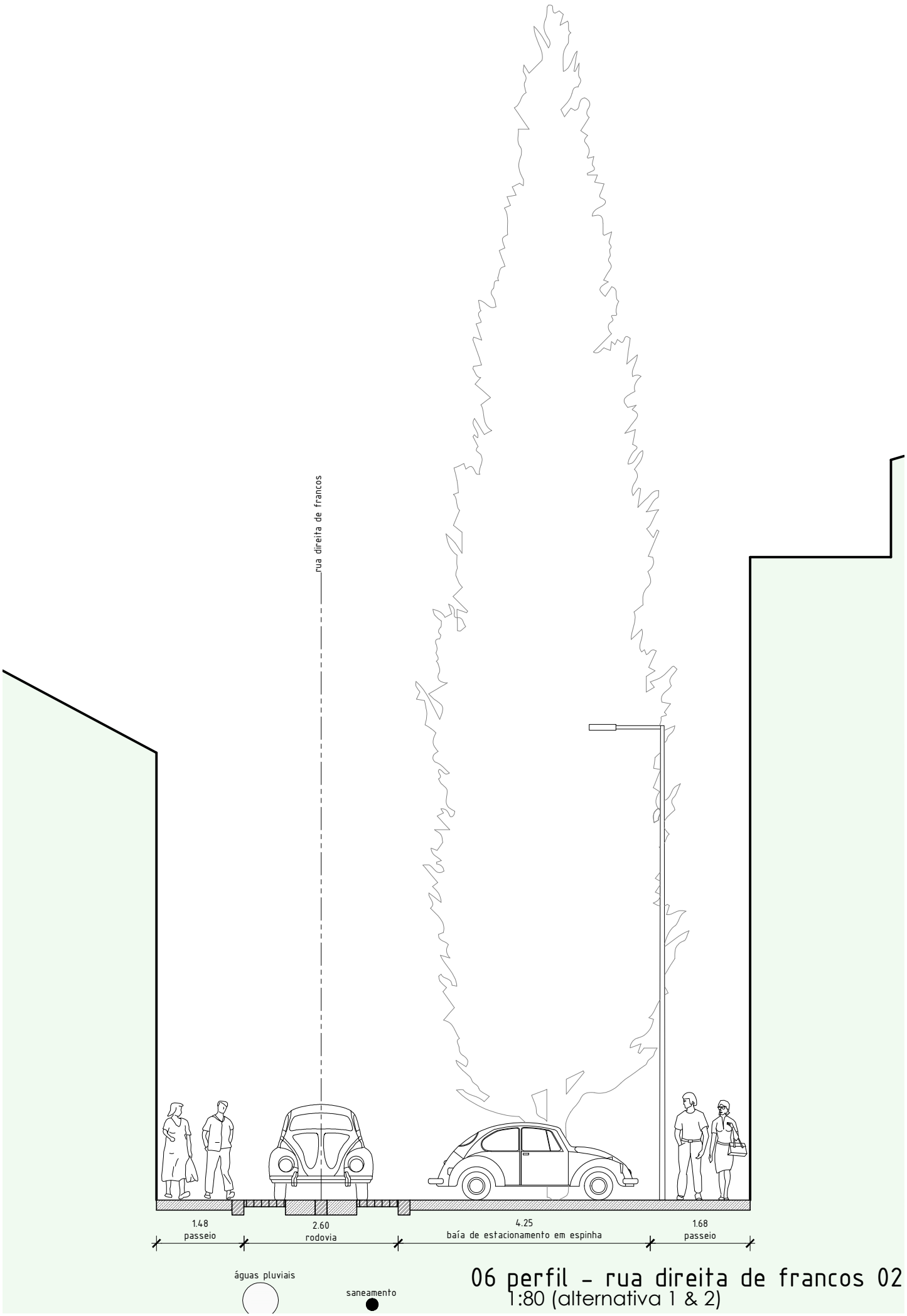
03 perfil - rua direita de francos 02
1:80 (projecto de execução)



04 perfil - largo
1:80 (alternativa 1)

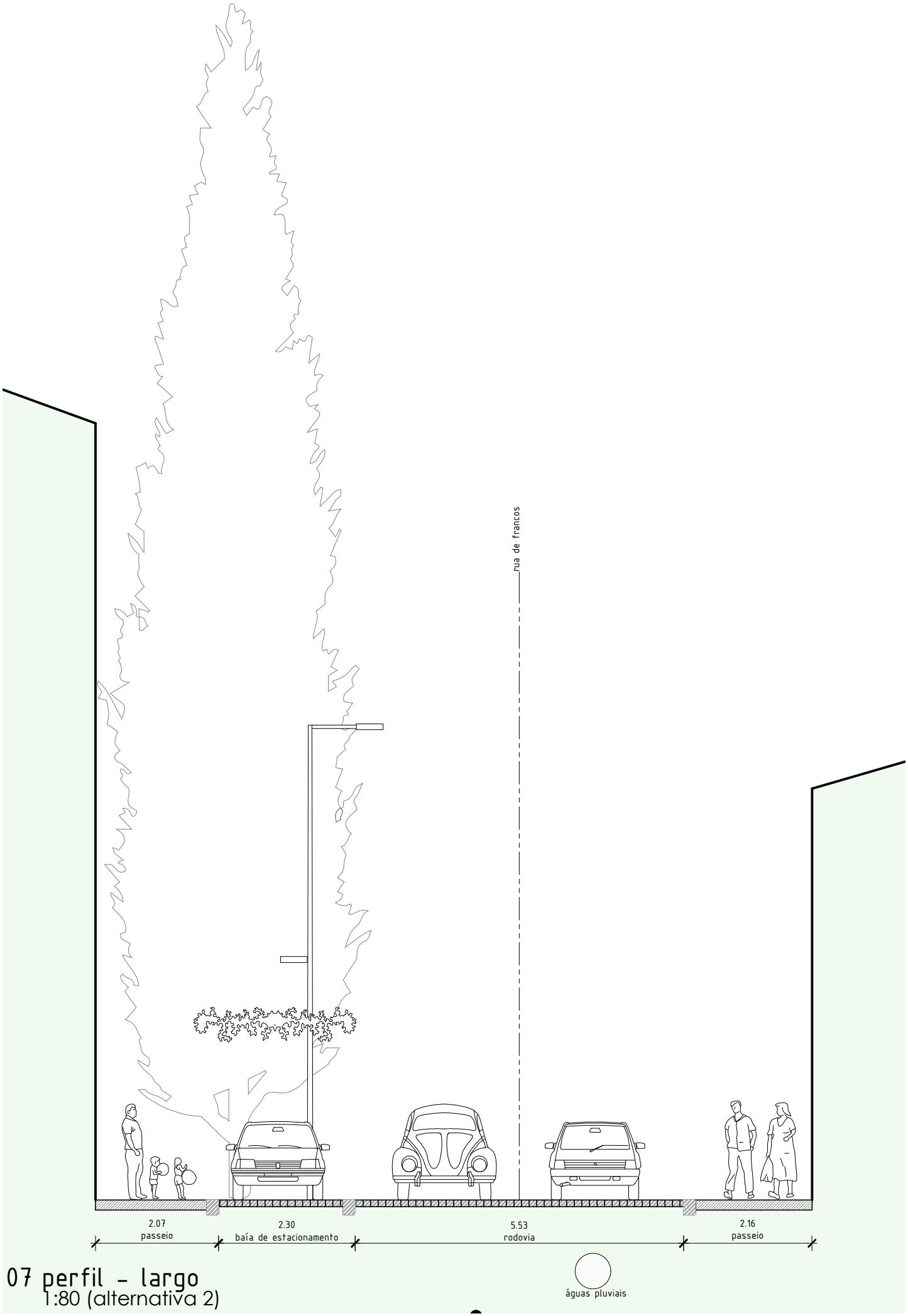


05 perfil - rua direita de francos 01
1:80 (alternativas 1 & 2)



06 perfil - rua direita de francos 02

1:80 (alternativa 1 & 2)

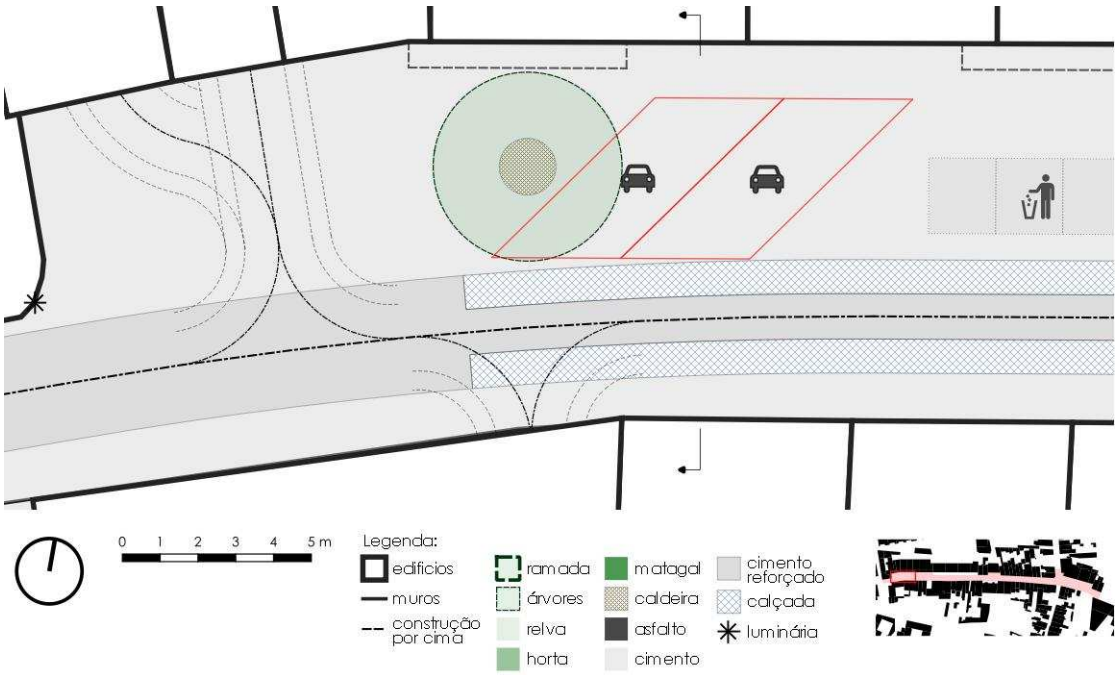


07 perfil - largo
1:80 (alternativa 2)

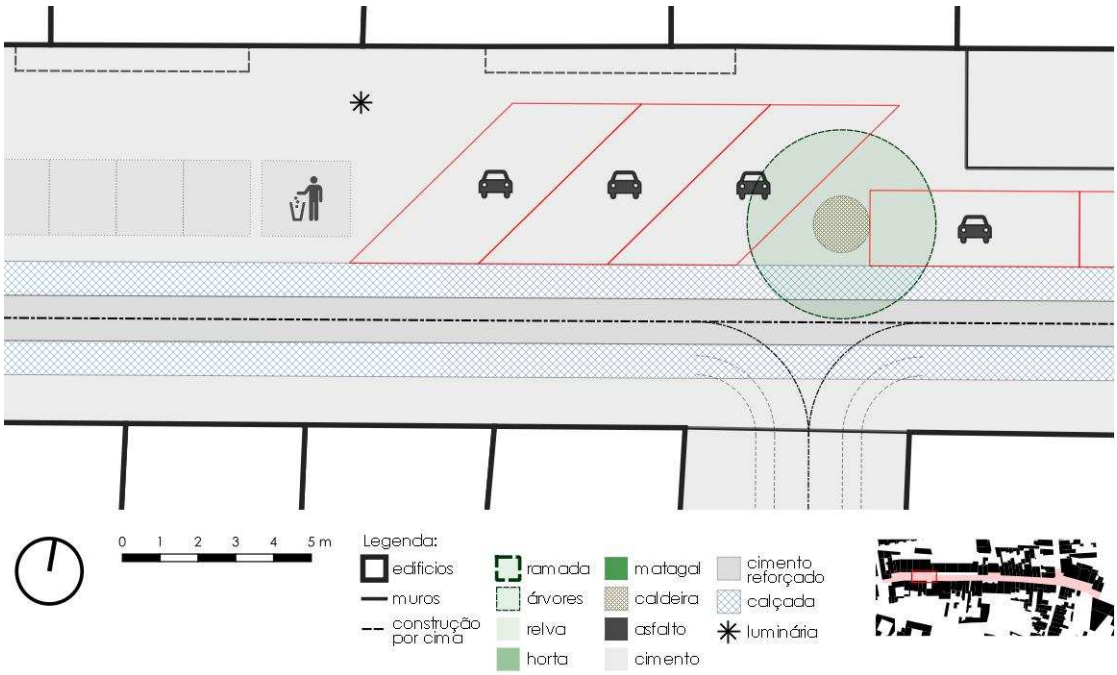
A18

PLANTAS MAIS DETALHADAS

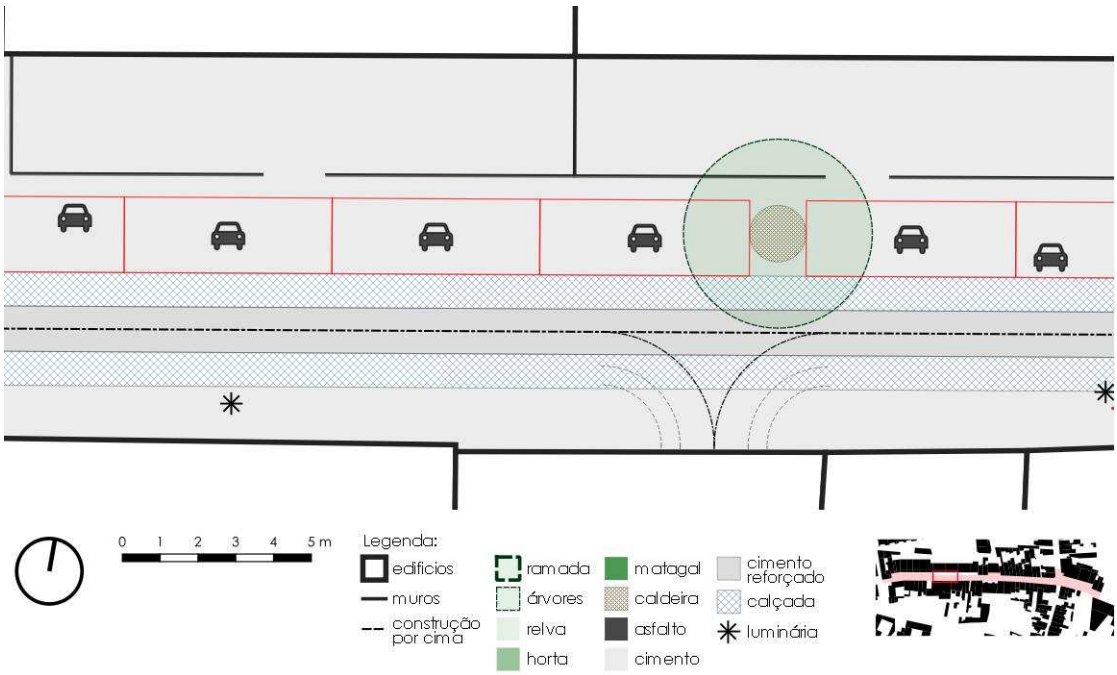
PROJECTO DE EXECUÇÃO E CENÁRIO ALTERNATIVO 1



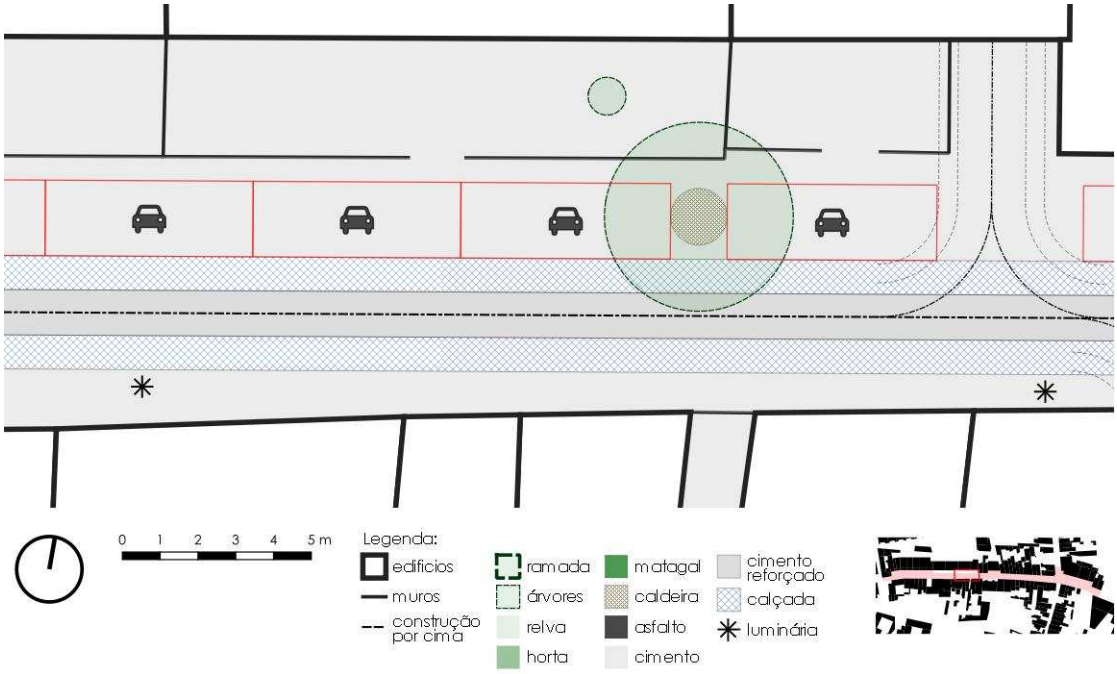
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



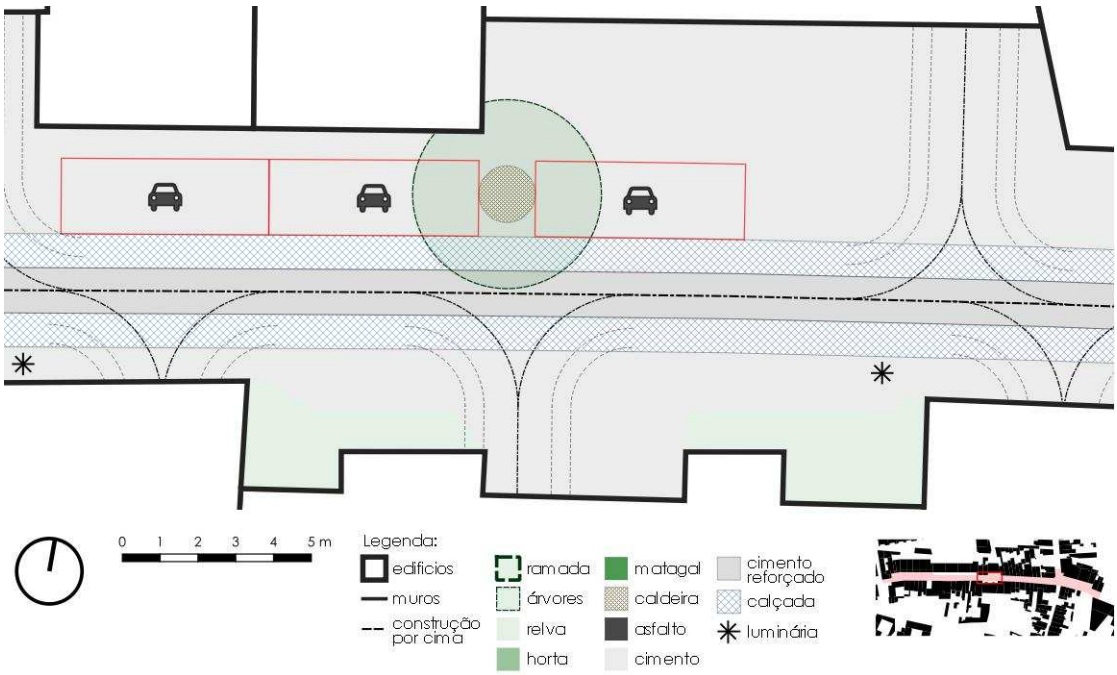
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



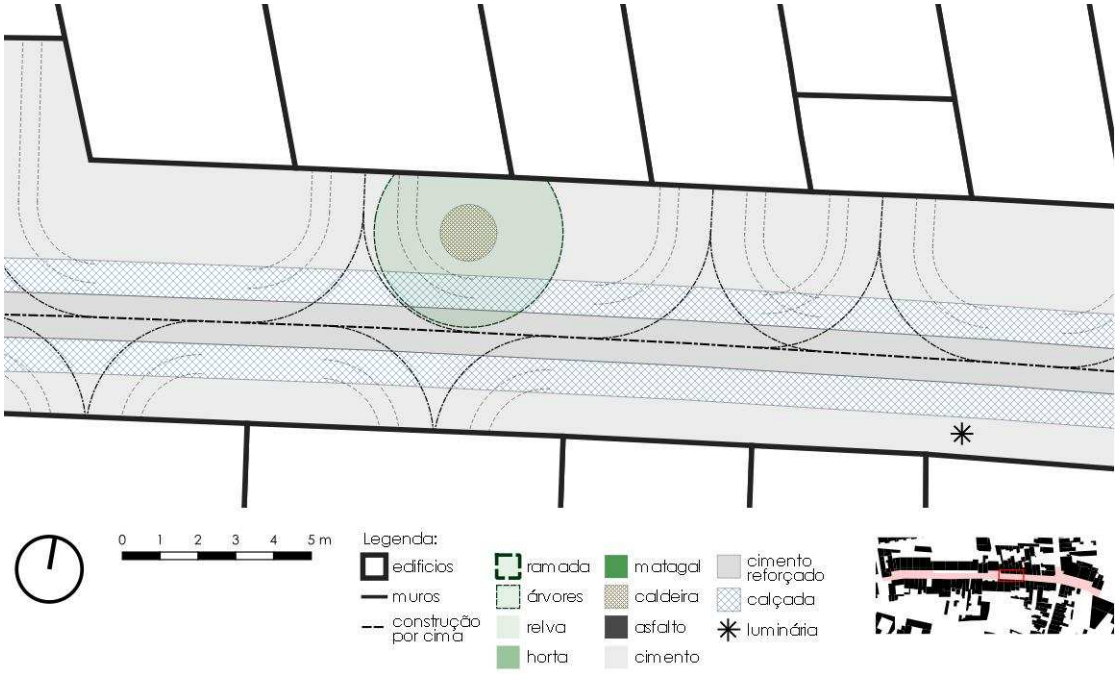
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



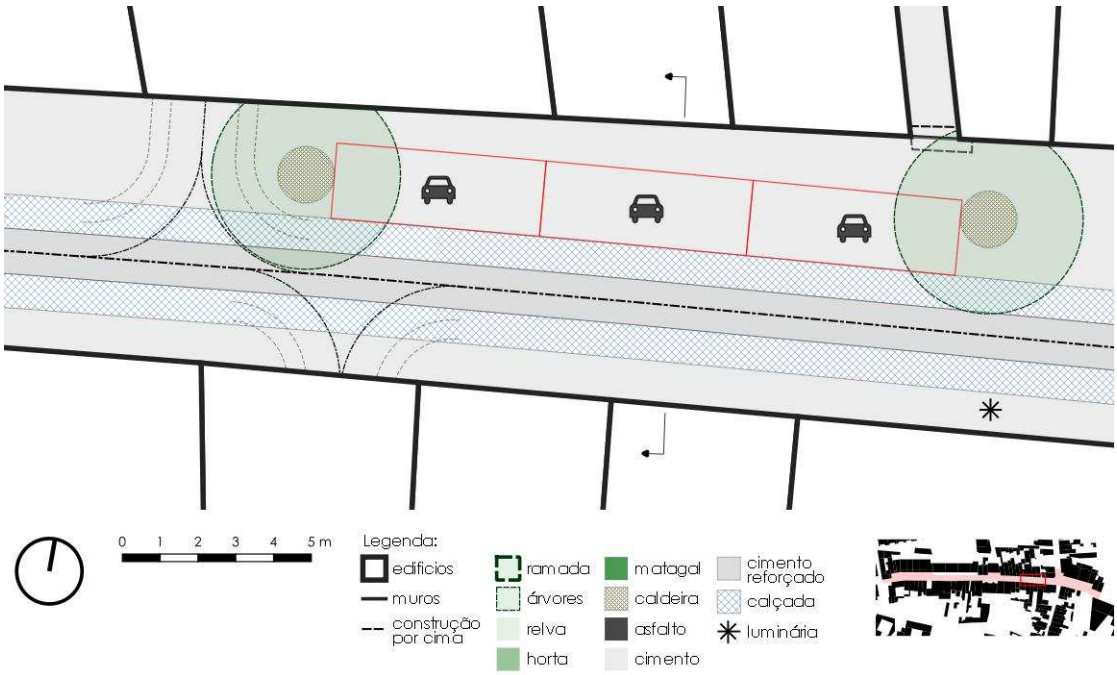
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



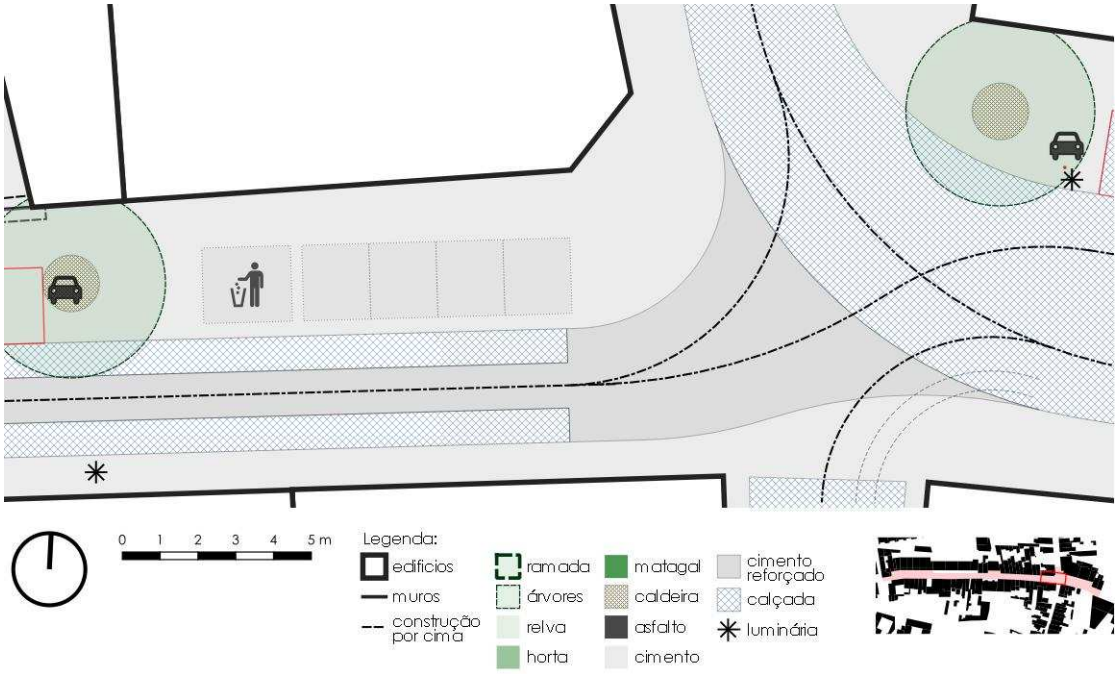
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



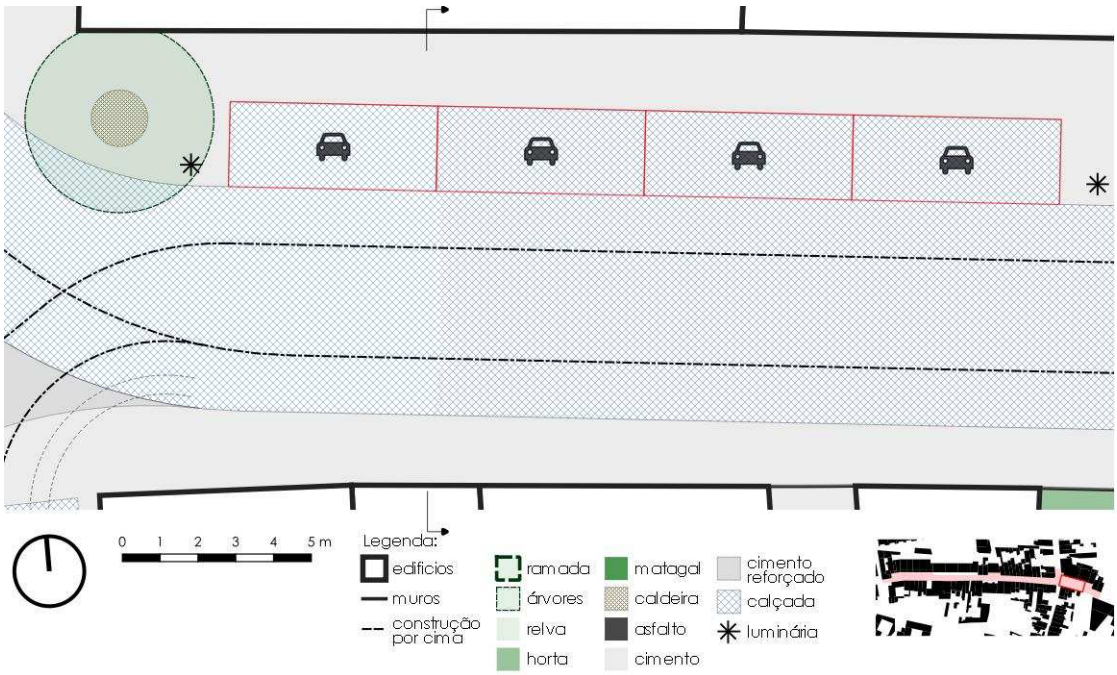
Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP



Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP

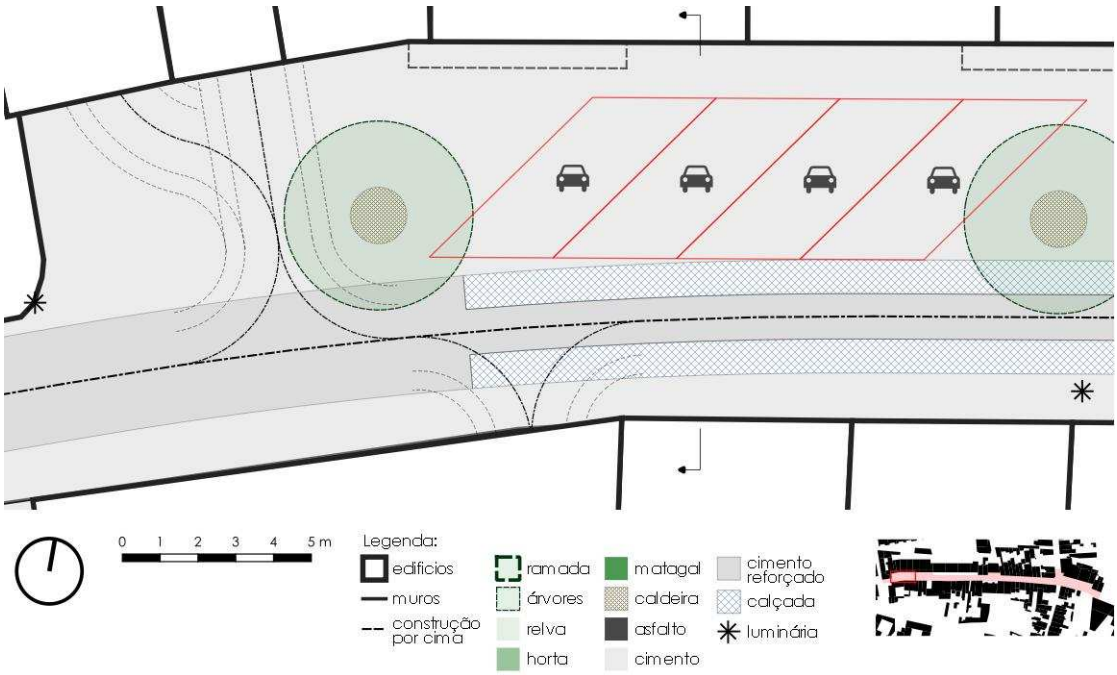


Fonte: autor da dissertação com recurso a documentação fornecida pela CMP

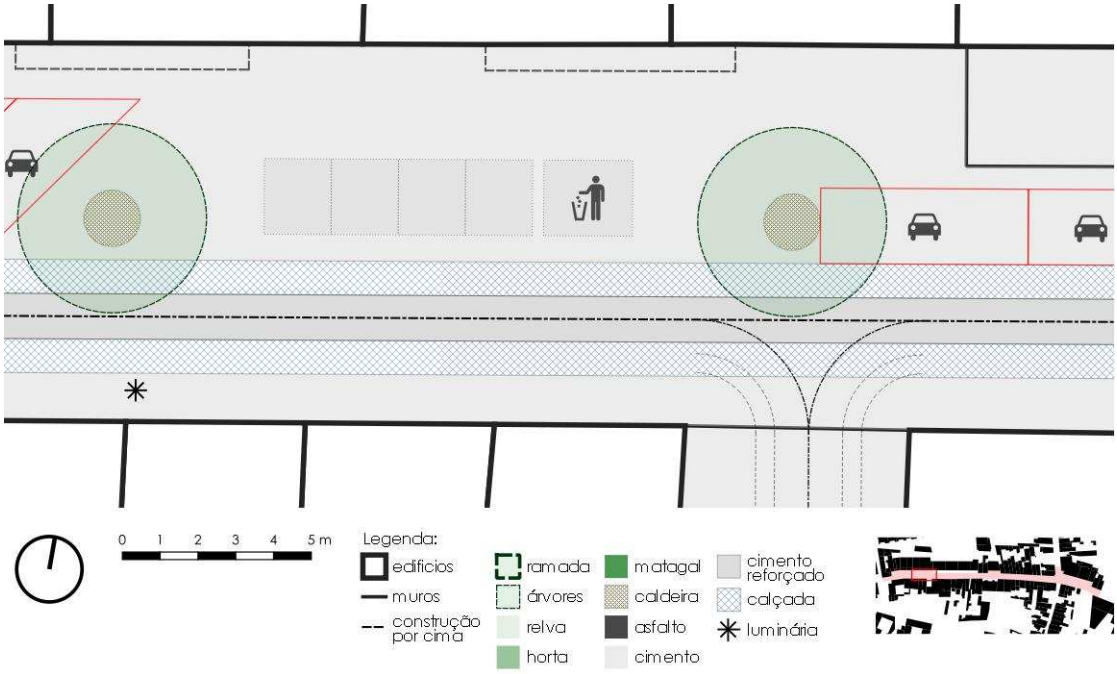
A19

PLANTAS MAIS DETALHADAS

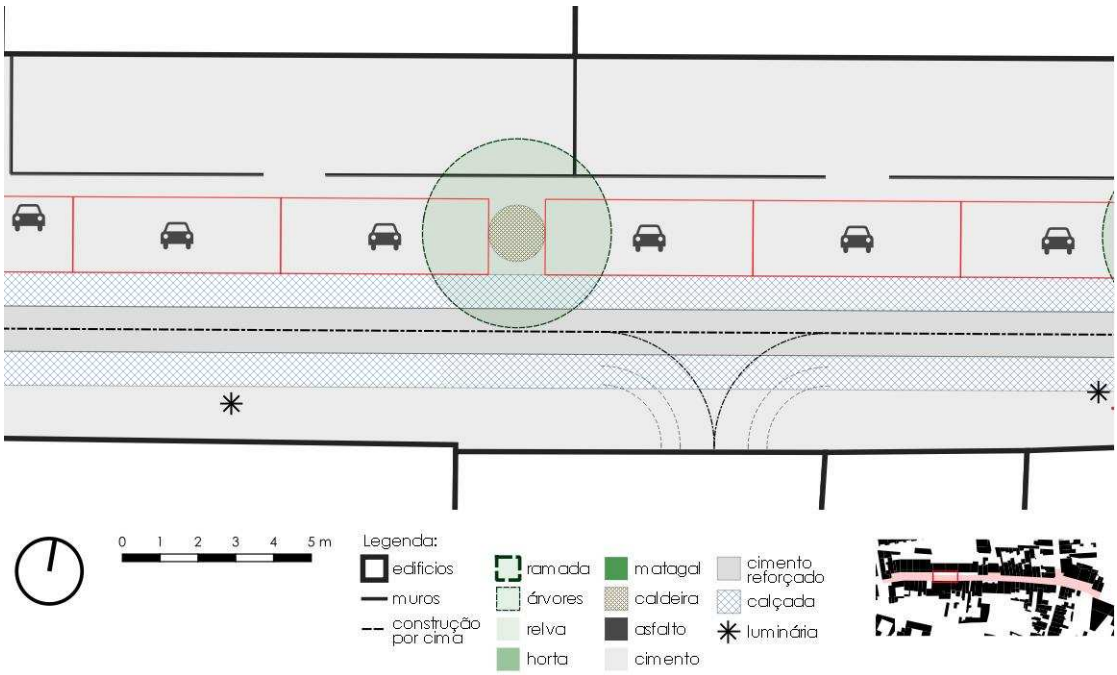
CENÁRIO ALTERNATIVO 2



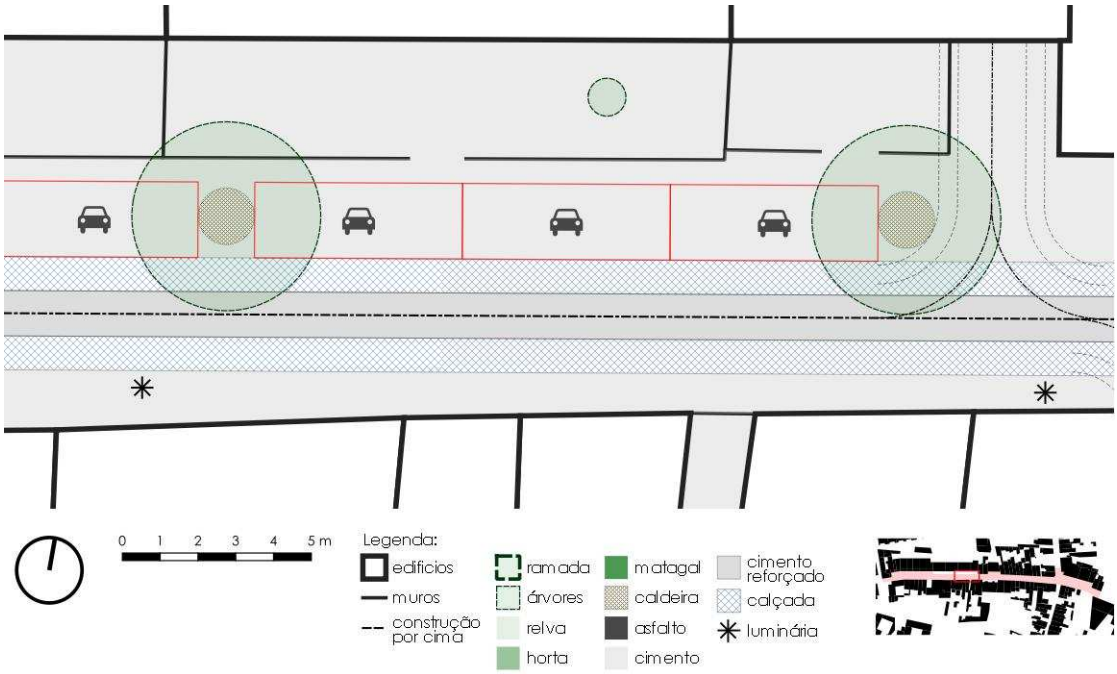
Fonte: autor da dissertação



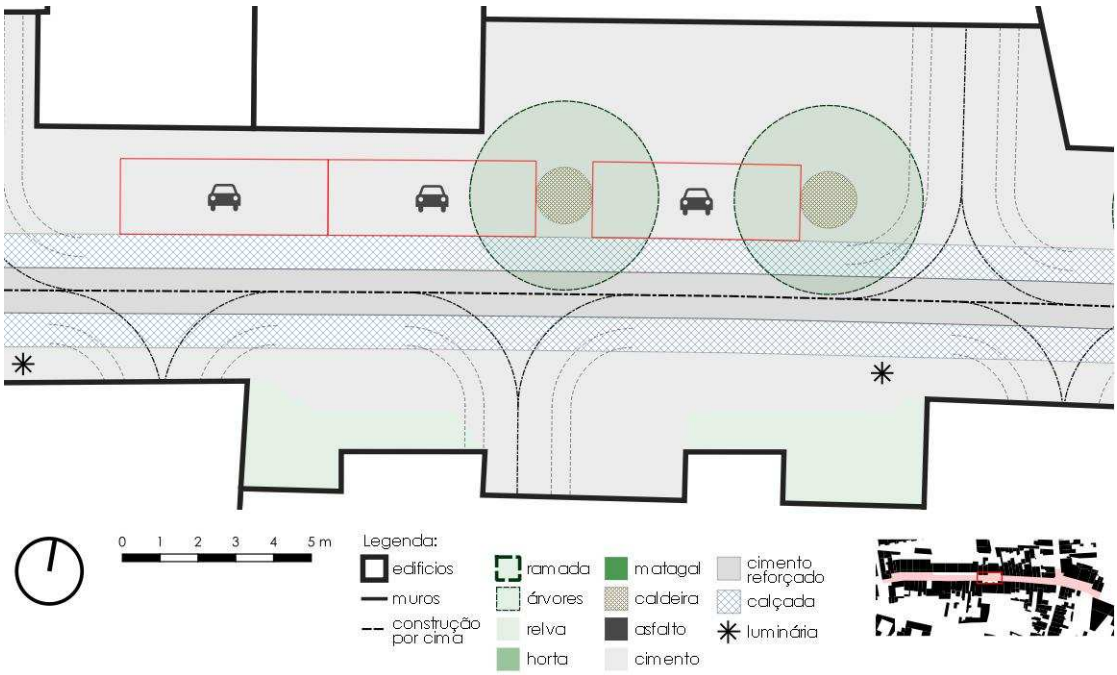
Fonte: autor da dissertação



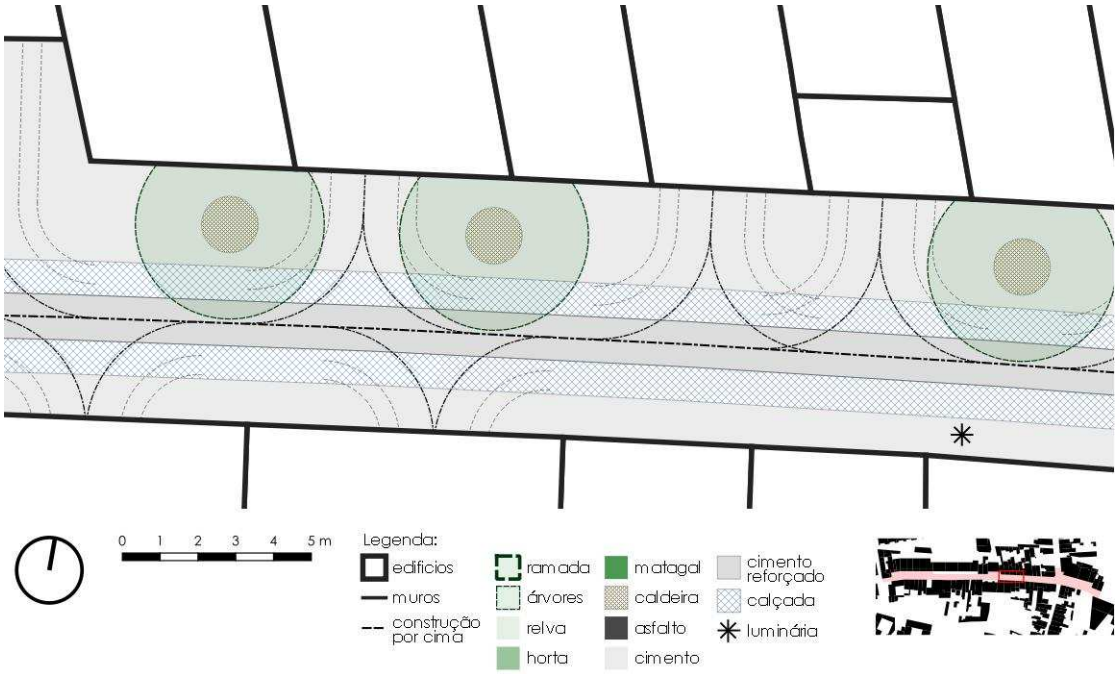
Fonte: autor da dissertação



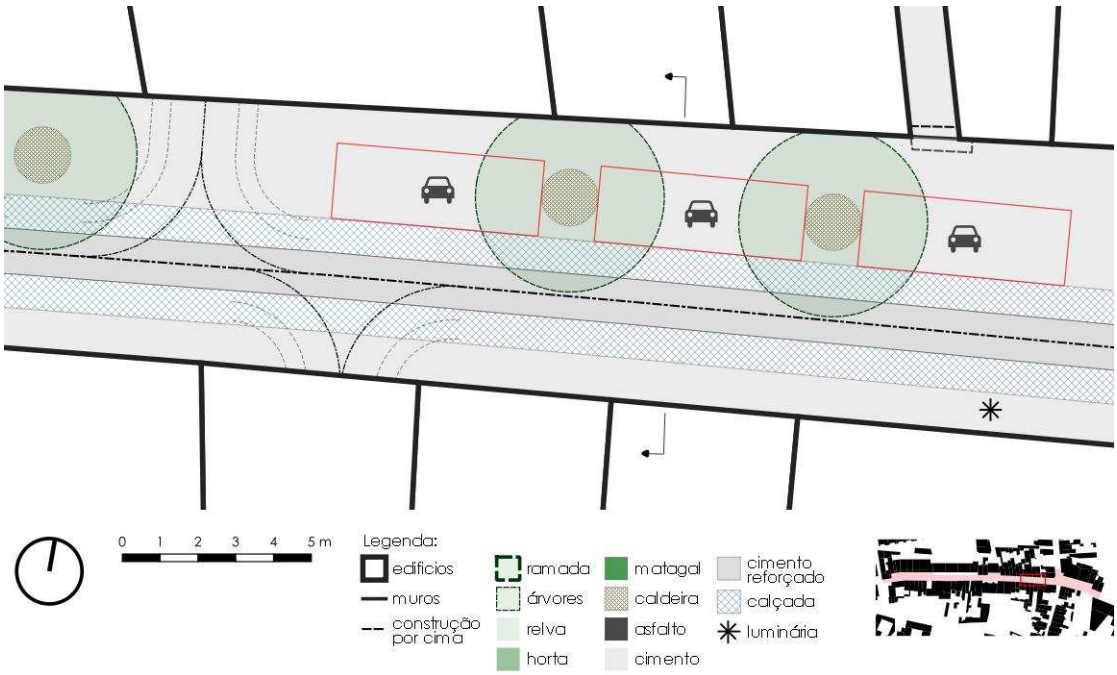
Fonte: autor da dissertação



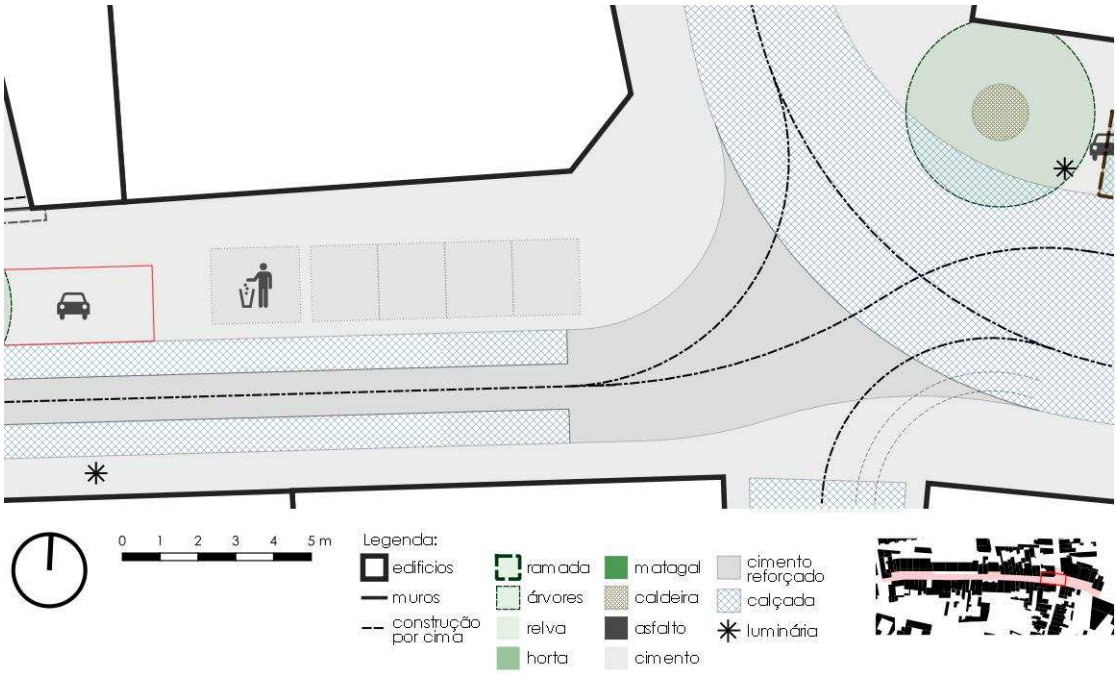
Fonte: autor da dissertação



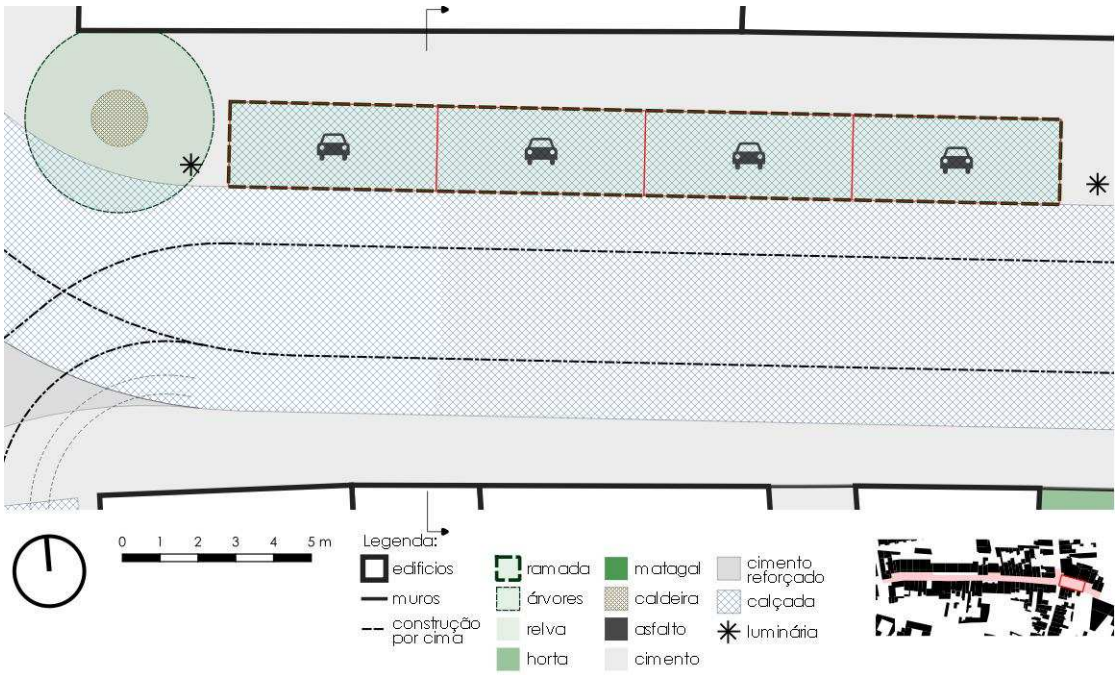
Fonte: autor da dissertação



Fonte: autor da dissertação



Fonte: autor da dissertação



Fonte: autor da dissertação