

AUTORAS:

ANA CLARA ELIAS MOREIRA DE FREITAS
CAMILA AMARO DE SOUZA

ROTEIRO PRÁTICO ENVI-met 5.6.1



 **editora
UFMS**

AUTORAS:

ANA CLARA ELIAS MOREIRA DE FREITAS
CAMILA AMARO DE SOUZA

ROTEIRO PRÁTICO ENVI-met 5.6.1





**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MATO GROSSO DO SUL**

Reitora

Camila Celeste Brandão Ferreira Itavo

Vice-Reitor

Albert Schiaveto de Souza

Obra aprovada pelo

CONSELHO EDITORIAL DA UFMS

RESOLUÇÃO nº 298-COED/AGECOM/UFMS

DE 01 DE SETEMBRO DE 2025.

Conselho Editorial

Rose Mara Pinheiro - Presidente

Elizabete Aparecida Marques

Alleisa Ferreira Riquelme

Adriane Angélica Farias Santos Lopes de Queiroz

Maria Lígia Rodrigues Macedo

Cid Naudi Silva Campos

Andrés Batista Cheung

Ronaldo José Moraca

Fabio Oliveira Roque

William Teixeira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Diretoria de Bibliotecas – UFMS, Campo Grande, MS, Brasil)

Freitas, Ana Clara Elias Moreira de.
Roteiro prático ENVI-met 5.6.1 [recurso eletrônico]. / Ana Clara Elias Moreira
de Freitas, Camila Amaro de Souza. — Campo Grande, MS : Ed. UFMS, 20254.
63 p. : il. (algumas color.).

Dados de acesso: <https://repositorio.ufms.br>
Bibliografia: p. 60
ISBN: 978-85-7613-748-1

1. Planejamento urbano. 2. Planejamento urbano – fatores climáticos. 3.
Climatologia urbana. 4. Comunidade urbana - Desenvolvimento. 5. ENVI-met
(Programa de computador). 6. Simulação (computadores). I. Souza, Camila Amaro
de. II. Título.

CDD (23) 711.4

Bibliotecário responsável: Valdeir da Silva Severino – CRB1/ 3.044

AUTORAS:
ANA CLARA ELIAS MOREIRA DE FREITAS
CAMILA AMARO DE SOUZA

ROTEIRO **PRÁTICO** **ENVI-met 5.6.1**

Campo Grande - MS
2025



© das Autoras

Ana Clara Elias Moreira de Freitas
Camila Amaro de Souza

1ª edição: 2025

Preparação do texto

Secretaria da Editora UFMS

Projeto Gráfico, Editoração Eletrônica

Zimmermann Comunicação e Marketing

Revisão

A revisão linguística e ortográfica
é de responsabilidade dos autores

A grafia desta obra foi atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, de 1990, que entrou em vigor no Brasil em 1º de janeiro de 2009.

Direitos exclusivos para esta edição



Secretaria da Editora UFMS - SEDIT/AGECOM/UFMS

Av. Costa e Silva, s/nº - Bairro Universitário
Campo Grande - MS, 79070-900
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Fone: (67) 3345-7203
e-mail: sedit.agecom@ufms.br

Editora associada à



ISBN: 978-85-7613-748-1

Versão digital: setembro de 2025

Obra contemplada no Edital AGECON nº 03/2024 - Seleção de propostas de materiais de divulgação técnico-científica para publicação pela Editora UFMS - Fluxo Contínuo.

Realização: Curso de Arquitetura e Urbanismo - CPNV/UFMS



Este livro está sob a licença Creative Commons, que segue o princípio do acesso público à informação. O livro pode ser compartilhado desde que atribuídos os devidos créditos de autoria. Não é permitida nenhuma forma de alteração ou a sua utilização para fins comerciais. br.creativecommons.org

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	07
-------------------	----

INTRODUÇÃO AO PROJETO

SOFTWARE ENVI-MET	08
SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS	10

BLOCO 1

PREPARANDO A INTERFACE.....	14
INSTALAÇÃO	15
PREPARAÇÃO DA INTERFACE	17
BITMAP	19
CONFIGURAÇÃO DO PROCESSO DE MODELAGEM	23
PREPARAÇÃO DO ARQUIVO PARA MODELAGEM.....	25
INSERINDO BITMAP COMO IMAGEM DE FUNDO.....	28
SALVANDO CONFIGURAÇÃO DO PROCESSO DE MODELAGEM	30

BLOCO 2

MODELAGEM DE SOLOS E SUPERFÍCIES	32
MODELAGEM DAS MASSAS VEGETAIS	35
MODELAGEM DAS EDIFICAÇÕES	37
MODELAGEM: VISUALIZAÇÃO 3D	40

BLOCO 3

CONFIGURAÇÃO DE DADOS PARA SIMULAÇÃO	42
ARQUIVO CLIMÁTICO	43
AJUSTES PARA SIMULAÇÃO	45

BLOCO 4

SIMULAÇÃO COM O ENVI-CORE	48
SIMULAÇÃO DOS DADOS.....	49

BLOCO 5

VISUALIZAÇÃO COM O LEONARDO.....	50
VISUALIZAÇÃO DOS DADOS.....	51
LEGENDA NOS MAPAS	53
PRODUTO FINAL .LEOX	56

BLOCO 6

ANÁLISES DE CONFORTO AMBIENTAL COM O BIOMET.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
SOBRE AS AUTORAS	61

APRESENTAÇÃO

Caro leitor(a),

Este conteúdo tem como objetivo guiá-lo (a) na utilização da ferramenta computacional Envi-met 5.6.1, tornando possível que análises do microclima urbano e conforto ambiental dos usuários do espaço sejam efetuadas.

Assim, o objetivo deste guia é estabelecer uma metodologia replicável para o manuseio de dados e a utilização dos mesmos no software, com foco na sua aplicação em diversas localidades. Nesse sentido, buscamos promover a disseminação de conhecimento científico pertinente sobre o programa. Espera-se que este guia atue como um recurso útil para fundamentar decisões mais informadas e sustentáveis no contexto do planejamento urbano em diferentes regiões.

Boa leitura e bom trabalho!

Software ENVI-met

O QUE É, E PARA O QUE SERVE

BO ENVI-met é uma ferramenta de simulação microclimática, desenvolvida para estudar a interação entre superfícies, vegetação e fluxo de ar. Foi criada em 1994 por Michael Bruse.

Desse modo, entre as principais funções do modelo de simulação tem-se:

A ferramenta é amplamente utilizada por pesquisadores, projetistas e urbanistas para avaliar e aprimorar o desempenho ambiental de espaços urbanos, especialmente em relação a questões estratégicas de adaptação às mudanças climáticas.

- Análise de soluções baseadas na natureza
- Análise de conforto térmico
- Simulação de qualidade do ar:

Permitindo avaliar o impacto de estratégias como a adição de vegetação e áreas verdes no microclima e qualidade do ar.



Daniela Brusque
CEO



Michael Bruse, Prof.
CEO

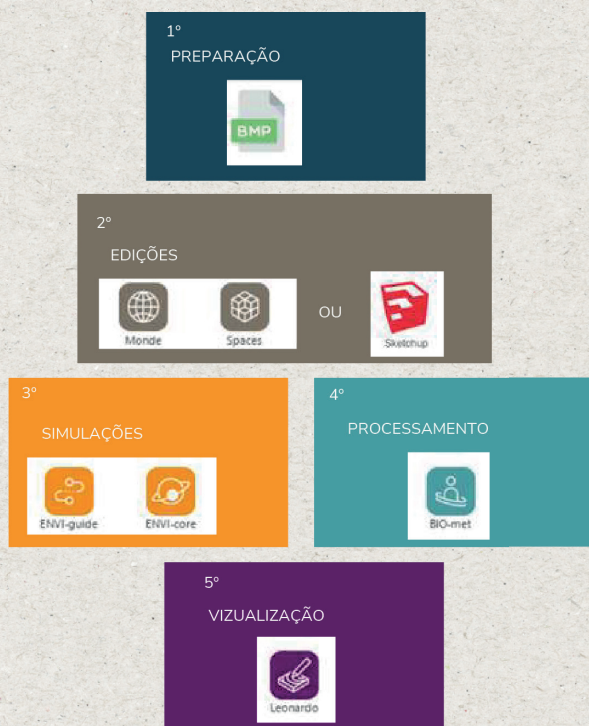


Helge Simon, Dr.
Chefe de Engenharia de Software

Envimet. Disponível em: <https://www.envimet.com.company/>. Acesso em: 07 mar. 2025. Envimet. Disponível em: <https://www.envimet.com.company/>. Acesso em: 07 mar. 2025.

COMO FUNCIONA

O software é dividido entre várias aplicações dentro de uma mesma interface. Tais que, realizam diferentes leituras do espaço, gerando produtos distintos com as informações necessárias para a análise objetivada. São elas:



Envimet. Disponível em: <https://www.envimet.com.company/>. Acesso em: 07 mar. 2025. Envimet. Disponível em: <https://www.envimet.com.company/>. Acesso em: 07 mar. 2025.

Simulações computacionais

POR QUE SIMULAR?

Em acordo com Alves; Gonçalves; Del Cazenjuto, (2022), temos que a urbanização é causa de inúmeras e variadas transformações do meio físico, logo, do clima. Assim, como ressaltado pelos autores, a cidade possibilita o surgimento de diversos microclimas em decorrência das condições do tecido urbano.

Nesse sentido, considerando que as variáveis climáticas e seus efeitos podem gerar consequências na qualidade ambiental e na dinâmica de uso de espaços urbanos (Campos, 2018), surge a necessidade de prever eventos e ou, analisar as condições reais do espaço.

Buscando como dito por Michael Bruse, desenvolvedor do software Envi-met, planejar cidades mais sustentáveis e preparadas para acompanhar com tecnologias construtivas e organização espacial adequadas às mudanças dos meios urbanos.

Assim, como exposto por Hensen e Lamberts (2011), as ferramentas de simulação desempenham um papel fundamental na geração de soluções aproximadas para fenômenos físicos complexos, uma vez que, utilizam modelos simplificados da realidade para analisar e prever o comportamento de sistemas.

Ademais, ainda é de grande relevância, pois ao simular, atentamos aos objetivos sustentáveis propostos pela Organização das Nações Unidas como meta ambiental na agenda de 2030.

Conclui-se então, que as tecnologias de simulações são aliadas valiosas no desenvolvimento de projetos baseados em evidências, o que contribui para a tomada de decisões informadas.



Acesso em: 07 mar. 2025. Envimet. Disponível em: <https://www.envimet.com.company/>. Acesso em: 07 mar. 2025.

INTRODUÇÃO

O ENVI-met é uma ferramenta de simulação microclimática, desenvolvida para estudar a interação entre superfícies, vegetação e fluxo de ar. Foi criada em 1994 por Michael Bruse. Desse modo, entre as principais funções do modelo de simulação tem-se:

- Análise de conforto térmico
- Simulação de qualidade do ar
- Análise de soluções baseadas na natureza

Permite avaliar o impacto de estratégias como a adição de vegetação e áreas verdes no microclima e qualidade do ar. A ferramenta é amplamente utilizada por pesquisadores, projetistas e urbanistas para avaliar e aprimorar o desempenho ambiental de espaços urbanos, especialmente em relação a questões estratégicas de adaptação às mudanças climáticas.

O software é dividido entre várias aplicações dentro de uma mesma interface. Tais que, realizam diferentes leituras do espaço, gerando produtos distintos com as informações necessárias para a análise objetivada. As etapas de aplicação estão ilustradas abaixo.

De acordo com Alves; Gonçalves; Del Cazenjuto (2022), temos que a urbanização é causa de inúmeras e variadas transformações do meio físico, logo, do clima. Assim, como ressaltado pelos autores, a cidade possibilita o surgimento de diversos microclimas em decorrência das condições do tecido urbano.

Nesse sentido, considerando que as variáveis climáticas e seus efeitos podem gerar consequências na qualidade ambiental e na dinâ-

mica de uso de espaços urbanos (Campos, 2018), surge a necessidade de prever eventos e ou, analisar as condições reais do espaço.

Buscando como dito por Michael Bruse, desenvolvedor do software Envi-met, planejar cidades mais sustentáveis e preparadas para acompanhar com tecnologias construtivas e organização espacial adequadas às mudanças dos meios urbanos.

Assim, como exposto por Hensen e Lamberts (2011), ferramentas de simulação desempenham um papel fundamental na geração de soluções aproximadas para fenômenos físicos complexos, uma vez que, utilizam modelos simplificados da realidade para analisar e prever o comportamento de sistemas.

Ademais, ainda é de grande relevância, pois ao simular, atemo-nos aos objetivos sustentáveis propostos pela Organização das Nações Unidas como meta ambiental na agenda de 2030.

Conclui-se então, que as tecnologias de simulações são aliadas valiosas no desenvolvimento de projetos baseados em evidências, o que contribui para a tomada de decisões informadas.

Caro leitor(a), antes de iniciarmos, vale a atenção de que o passo a passo a seguir foi realizado a partir da análise de dados higrorérmicos, para os padrões da Avenida Dourados em Naviraí-MS. Lembre-se, o modelo é replicável a partir da metodologia aqui proposta. Boa leitura e bom trabalho!

CAPÍTULO

1

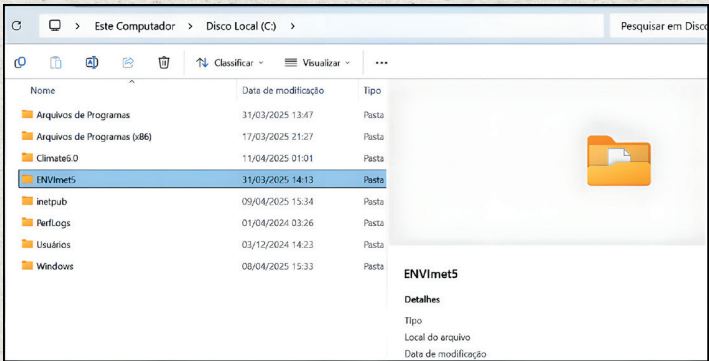
PREPARANDO A INTERFACE



1. Instalação

O primeiro passo para trabalhar com o software é criar uma pasta de arquivos no seu computador (Figura 1), e os produtos gerados e desenvolvidos para e/ ou por o Envi-met devem ser preferencialmente armazenados nesta mesma pasta.

Figura 1. pasta para o armazenamento de arquivos e desenvolvimento dos trabalhos.



Fonte: as autoras.

Logo após, é feita a instalação do Envi-met 5.6.1 (Figura 2). Siga o link do site do software <https://envi-met.com/microclimate-simulation-software/> para obter as recomendações exatas de instalação.

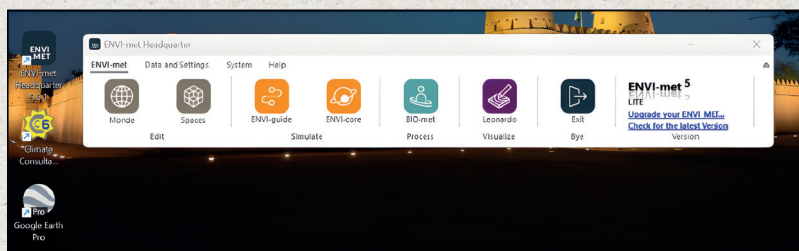
Figura 2. imagem do site do software ENVI-met.



Fonte: Disponível em: <https://envi-met.com/microclimate-simulation-software/>. Acesso em: 13/04/2025.

Em seguida, já é possível iniciar seus projetos. Clique no ícone de instalação do software para abrir o *Envi-met headquarter*. É importante se atentar que uma janela *pop-up* aparece na tela ao abrirmos o software pela primeira vez (Figura 3).

Figura 3. imagem ilustrando a régua do headquarter.



Fonte: as autoras.

Observação:

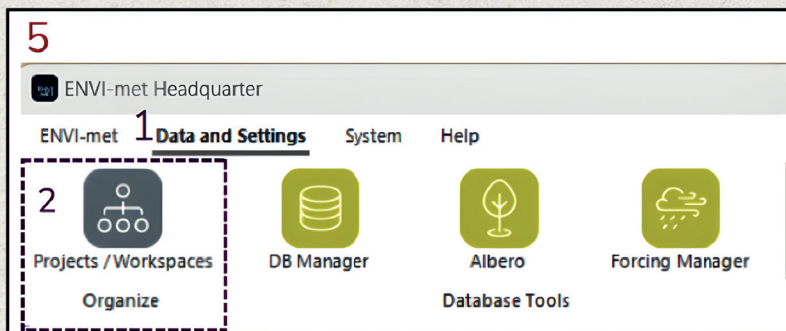
A mensagem diz respeito à necessidade de criação de uma pasta exclusiva para os arquivos que serão gerados pelo Envi-met, como instruído no primeiro passo desta etapa. O motivo desta ressalva é para que o rastreamento dos arquivos durante os processos de simulação do software seja facilitado.

2. Preparação da Interface

Nesta parte de preparação, separamos cinco passos importantes para a melhor utilização do programa, conforme listados abaixo.

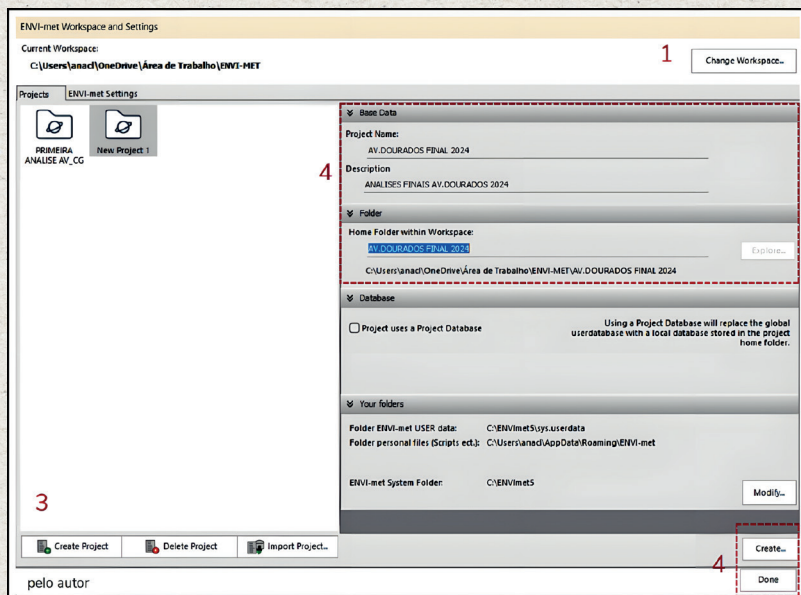
1. Após a instalação do programa, aparecerá uma janela (Figuras 4 e 5), na qual você precisará clicar em *Change Workspace*.
2. Vá até o local de arquivo da pasta criada anteriormente, “nome-da-sua-pasta”, selecione a pasta e clique em OK (Figura 4).
3. Clique em *Create Project* para criar novos projetos (Figura 5).
4. Configure o nome e demais informações em *project name*, *description* e *home folder within Workspace*. Clique em *Apply* e em seguida em *Done* (Figura 5).
5. Para voltar à janela anterior e criar novos projetos ou configurar projetos existentes, abra o ENVI-met Headquarter, vá até: Menu > 1. *Data and Settings*, na barra de tarefas, e clique no botão > 2. *Projects/Workspaces* (Figura 4).

Figura 4. imagem do software ilustrando os passos 1, 2 e 5.



Fonte: as autoras.

Figura 5. imagem do software ilustrando os passos 1, 3 e 4.



Fonte: as autoras.

Observação:

Antes do próximo passo é importante ressaltar que, para a versão gratuita, há um limite para a dimensão a ser trabalhada. Certifique-se da versão utilizada e quais são as recomendações vigentes.

3. BITMAP

A interface do *Spaces*, segundo a representação de aplicações na etapa anterior, serve para a modelagem do espaço físico no software.

De acordo com Bruse e Fleer (1998), o programa simula os cenários microclimáticos dos espaços coincidindo a mecânica dos fluidos e a termodinâmica. Para isso, visando que as interações físicas e biológicas sejam consideradas, é necessário preencher o arquivo com informações inseridas pelo próprio usuário, Novaes et.al (2022).

Nessa esteira, para a primeira fase de modelagem das características físicas do lugar, é necessário selecionar uma área de estudo, reconhecer as medidas e disposição dos elementos no espaço (Figura 6), ter disponível uma vista superior da área selecionada (Figura 7) e elaborar uma imagem em formato de Bitmap, formato aceito para inserção no Envi-met. Este, fica posicionado abaixo do preenchimento das informações inseridas, funcionando como uma camada guia que orienta a espacialização dos elementos.

Essa disposição permite que os usuários visualizem claramente onde cada material deve ser colocado nos grids, facilitando a organização e o alinhamento dos componentes no espaço modelado. Desta forma, elaboramos os passos abaixo para facilitar essa inserção da imagem:

- 1.Reconhecimento da área de estudo no mapa da cidade (Figura 6).

Figura 6. recorte da área de estudo.



Fonte: as autoras.

2. Adequação das medidas da imagem com as dimensões reais do local. Neste caso, a imagem foi escalonada através do AutoCad (Figura 7).

Figura 7. Adequação das medidas da imagem com as dimensões reais do local.

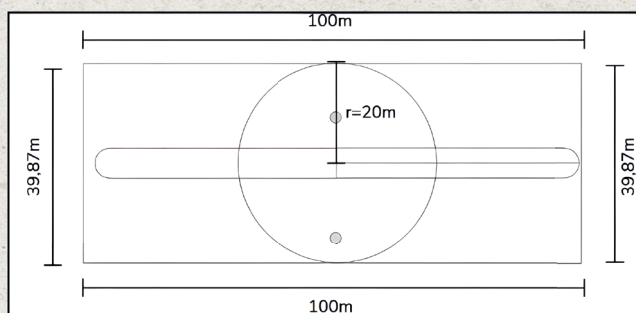


Fonte: as autoras.

3. Busque por um traçado mais ortogonal, ou rotacione a imagem. Neste caso, não foi possível em vista do traçado urbano de Navi-raí - MS (Figura 6).

4. Guarde a imagem em .PDF ou salve como .JPEG a partir do software CAD e transfira-a para o programa Paint (Figura 8).

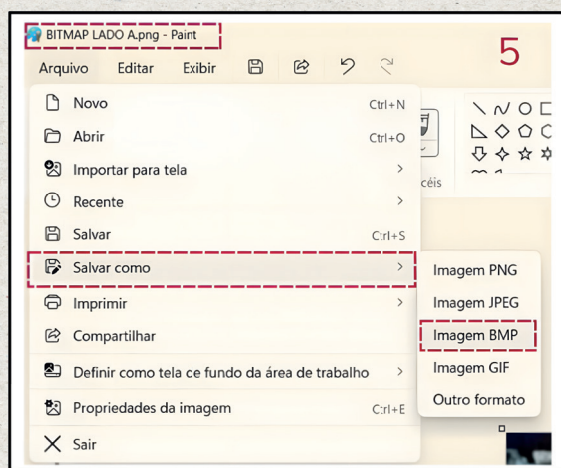
Figura 8. imagem digitalizada.



Fonte: as autoras.

5. No paint, salve a imagem com o formato de extensão .bmp, o bitmap, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9. Formatação da imagem em Bitmap.



Fonte: as autoras.

Observação:

Caso tenha tido a necessidade de rotacionar a imagem para estabelecer um alinhamento mais ortogonal, guarde a informação de quantos graus você a rotacionou em relação ao eixo Norte original. Lembre-se, para mais de uma simulação, salve cada BITMAP individualmente, em arquivos separados.

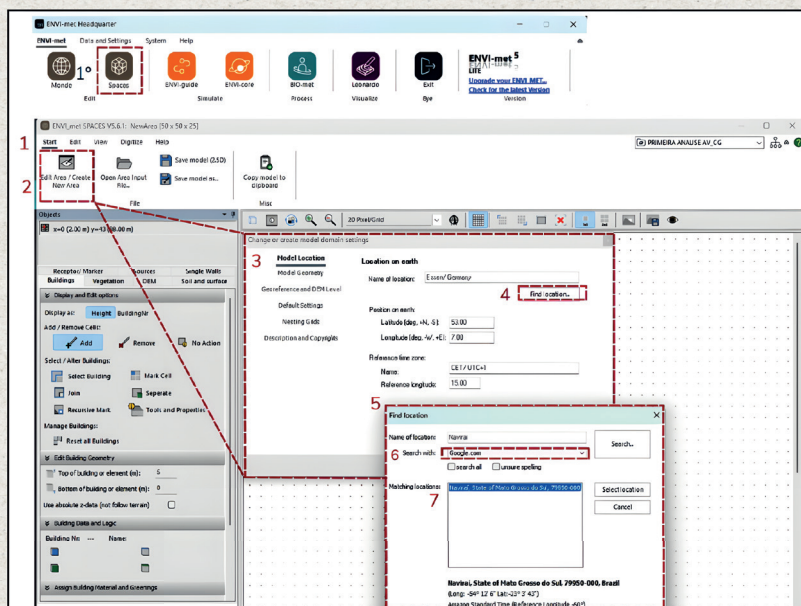
Recomenda-se utilizar a vista área de softwares como o Google Earth, que permite conferir as medidas do espaço físico real (Figura 7).

4. Configuração do processo de modelagem

A partir deste momento, com o arquivo de imagem salvo, e a interface configurada conforme o subtópico 2 deste capítulo (Preparação da interface), podemos configurar o início do processo de modelagem.

Deste modo, com o *Headquarter* aberto, clique na opção *Spaces* e siga os próximos sete passos descritos abaixo e ilustrados numericamente na Figura 10.

Figura 10. Área de edição e criação no *Spaces*



Fonte: as autoras.

1. Clique na opção *Start*, para configurar a localização desejada e a rotação do eixo norte.

2. A localização pode ser configurada de modo automático a partir dos ajustes na aba *find location*, ou de forma manual, inserindo as coordenadas.

3. Clique em *Model Location*, na aba lateral de opções.

4. Selecione *Find Location*.

5. Na aba de trabalho a seguir, digite o nome da cidade em análise.

6. Faça a escolha entre buscar com o navegador do software ou com o google;

7. Se estiver correto, selecione o local pelo nome na lista aberta.

5. Preparação do arquivo para modelagem

Como exposto anteriormente, o programa trabalha por referenciamento de informações, inseridas pelo usuário. Para isso, o espaço de modelagem é dividido em *Grids*, que são grades que “cortam” o espaço de modelagem na versão gratuita em até 50 x 50 x 49 linhas e colunas nos eixos X, Y e Z respectivamente.

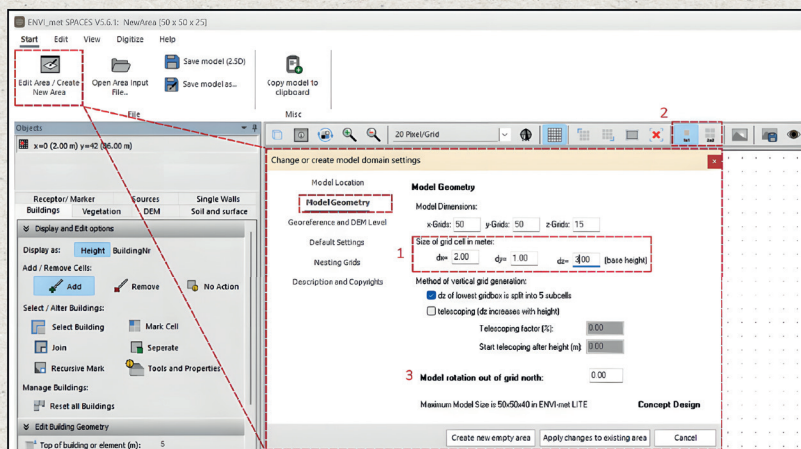
Diante disso, seguimos os três passos descritos abaixo e ilustrados na Figura 11:

1. Configure no software, a distorção da escala da imagem. Para isso, é importante que baseado nas dimensões conhecidas do local em análise, os valores de largura, comprimento e altura sejam divididos por aqueles admitidos pelo software.

2. Pode-se estabelecer, ainda, para a malha pontilhada do *Spaces*, que cada pincel de preenchimento dos grids tenha o equivalente a 1m x 1m ou 2m x 2m, de acordo com a necessidade.

3. Caso tenha sido necessário o giro da imagem, rotacione o norte e guarde a informação dos graus de giro, alterando no software.

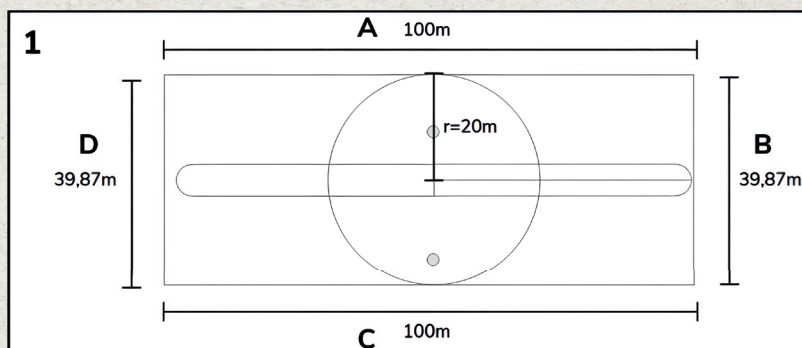
Figura 11. Preparação da modelagem de geometria.



Fonte: as autoras.

Para o passo 1, Zangeski (2023) demonstra que o cálculo é simples, para *Size of Grid cell in meter*, sendo o exemplo ilustrado nas figuras 12 e 13.

Figura 12. Passo 1 para o cálculo do dimensionamento da grade de células.



Fonte: as autoras.

Figura 13 . Quadro com exemplo de dimensionamento para a grade.

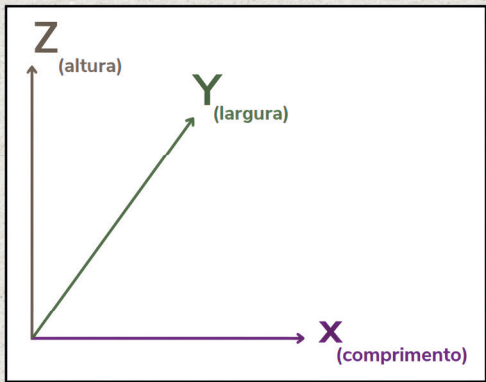
LADOS	DIMENSÃO REAL	DIVISÃO (Dim. real/ grids)	SIZE OF GRID CELL IN METER
A	100m	100/50	2
B	39,87m	39,87/50	0,79 $\approx$ 1
C	100m	100/50	2
D	39,87m	39,87/50	0,79 $\approx$ 1

Fonte: as autoras.

Observação:

Neste caso, para o eixo Z, considerou-se 15 unidades de *grid*, uma vez que o prédio mais alto tem 33m de altura. Para *Size of Grid cell in meter*, inserimos o valor 3, sendo assim, 45m em altura analisados pois, $15 \times 3 = 45\text{m}$. A Figura 14 ilustra os eixos X, Y e Z.

Figura 14 . Eixos X, Y e Z.



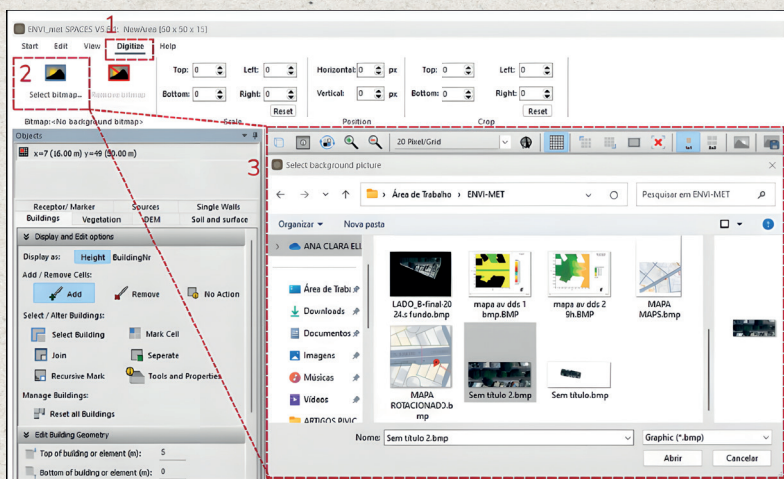
Fonte: as autoras.

6. Inserindo BITMAP como imagem de fundo

Aqui será utilizada, como exemplo, uma imagem aérea criada e salva como .bmp no passo 3 (Bitmap) conforme os quatro passos a seguir:

1. Selecione a aba *Digitize* na barra de menu do Spaces (Figura 15).
2. Clique em *Select bitmap* (Figura 15).
3. Encontre na pasta de arquivo o bitmap que será colocado de fundo (Figura 15).

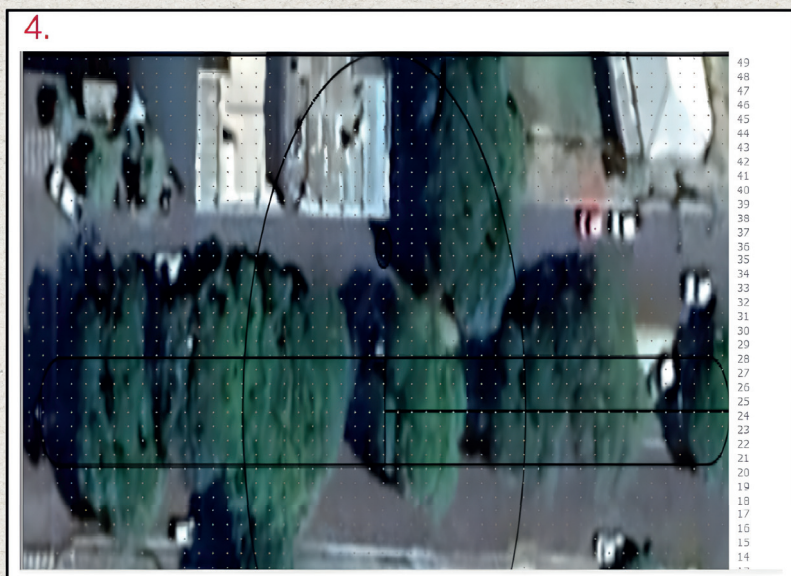
Figura 15 : Inserção da imagem em formato Bitmap.



Fonte: as autoras.

4. Ao final do passo, a imagem automaticamente será inserida na área de trabalho (Figura 16).

Figura 16 . Resultado da inserção da imagem em formato Bitmap.



Fonte: as autoras.

Observação:

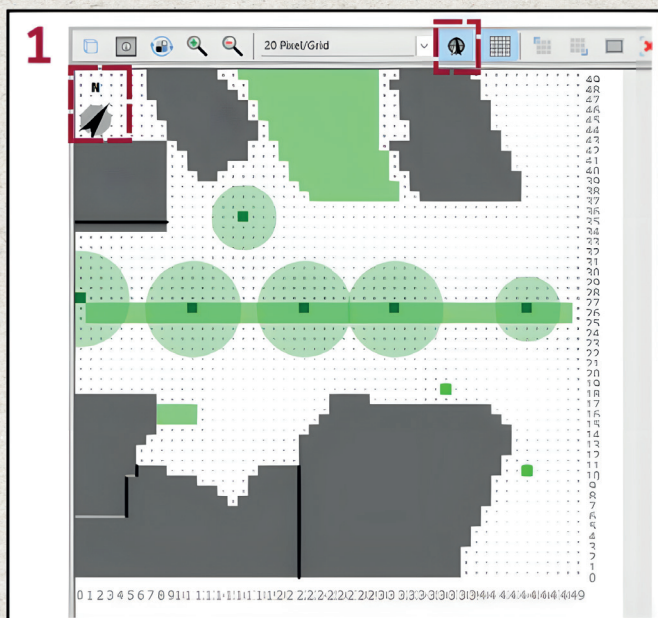
Sempre que o Spaces for fechado, ao abri-lo novamente, será necessário reinserir o bitmap realizando o mesmo passo-a-passo.

7. Salvando configuração do processo de modelagem

Nesta parte do roteiro, demonstramos quatro passos de configurações importantes.

No primeiro passo (Figura 17), apontamos como conferir a posição do Norte na área de modelagem, sendo necessário ir até o botão em que aparece o ícone do mesmo para ativar a visualização ou desativar. Inserimos essa informação em destaque no item 1 da Figura 17. Caso o ângulo não esteja correto, volte ao tópico 5 deste capítulo (Preparação do arquivo para modelagem), no item 3 e reconfigure.

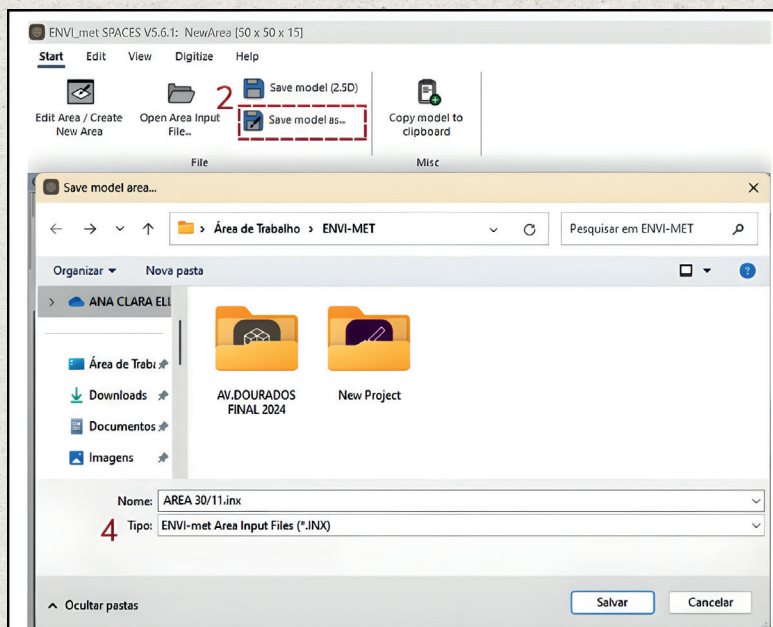
Figura 17. Posicionamento do Norte.



Fonte: as autoras.

Feitas as configurações necessárias, no canto superior esquerdo da tela, salve o modelo e já estará na fase de processo de finalização conforme pode ser visualizado na Figura 18, listada nos itens 2, 3 e 4 abaixo.

Figura 18 . Imagem ilustrando como salvar o modelo.



Fonte: as autoras.

2. Selecione *Save model as*, e salve o arquivo na pasta criada para os projetos conforme demonstrado na primeira parte deste capítulo, no tópico 1 (Instalação).

3. Nomeie o arquivo e salve-o.

4. Após o salvamento, a extensão do arquivo do *Spaces* será o formato .INX.

CAPÍTULO

2

MODELAGEM DE SOLOS E SUPERFÍCIES

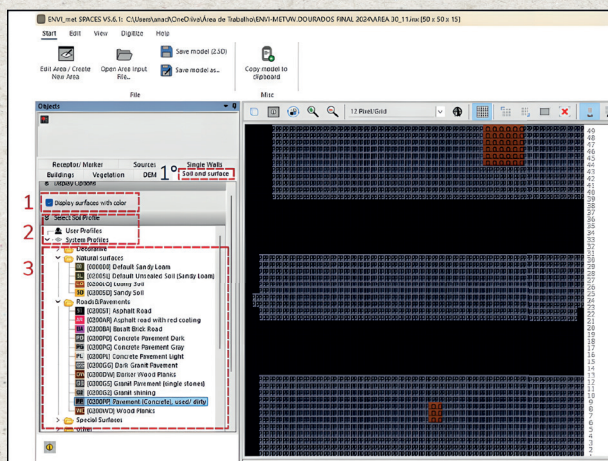


Modelagem dos solos e superfícies

Nesta parte do roteiro mostramos como realizar a modelagem dos solos e superfícies, o texto está disposto em quatro passos e uma imagem ilustrativa (Figura 19). O primeiro passo é clicar na aba lateral do *Spaces*, no comando *Soil and Surface*. Em seguida, desative a opção *Display surface with color*, para que o bitmap de fundo apareça, e seja possível demarcar os materiais em suas respectivas áreas. Após esta etapa, clique em *User profiles > System profiles > Legacy*.

Em seguida, encontre nas pastas de perfis de solos disponíveis, aquele que mais se adequa ao da área de estudo. Por fim, clique sobre a célula e a preencha com o material escolhido. Se for preciso substituir o material, selecione um novo tipo e clique sobre a célula em que foi inserido o anterior.

Figura 19. imagem mostrando as funções de como modelar os solos e superfícies.



Fonte: as autoras.

Observação:

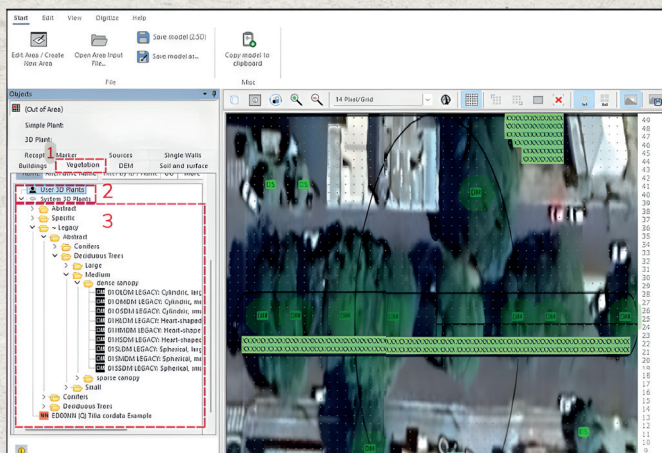
Visando a reconstrução do espaço real no software, todos os grids precisarão estar preenchidos com o material que compõe a área de estudo, ou seja, como no espaço real, no Envi-met também existem camadas. Um exemplo disso é que embaixo de edifícios e para as calçadas, devemos considerar sempre o concreto como pavimento.

Modelagem das massas vegetais

Agora, com os solos e superfícies inseridos, modele as massas vegetais (Figura 20) de acordo com os seis passos a seguir:

1. Selecione a janela *Vegetation*.
2. Clique em *User 3D plants > System 3D plants*.
3. Encontre nas pastas de perfis, a categoria que mais se adequa às tipologias de vegetação da área em análise.
4. Agora, nas opções, aloque no grid as áreas de massa arbórea. Clique com o botão esquerdo do mouse, sobre os espaços da imagem onde elas estão.
5. Para as áreas de cobertura vegetal (gramas, flores, etc.), em *Simple Plants* insira também a mais próxima do espaço real.
6. Caso precise apagar, clique em *Remove* e depois, sobre o *grid* selecionado.

Figura 20 . imagem mostrando as funções de como modelar as massas vegetais.



Fonte: as autoras.

Observações:

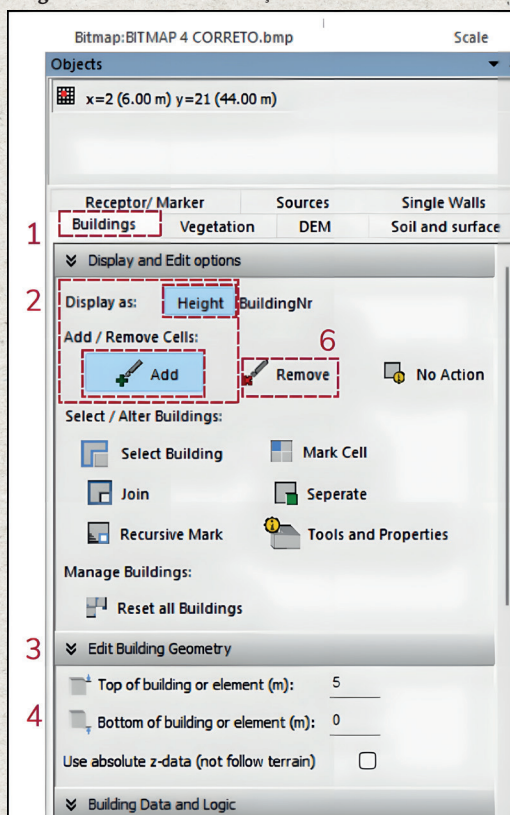
Para que o software considere a evapotranspiração das árvores, é necessário que abaixo delas seja aplicado o solo exposto, Loamy soil, por exemplo. Então, após efetuar a locação das árvores, volte ao *Soil and Surface* e no ponto central de localização da árvore, substitua o pavimento pelo tipo de solo exposto.

Modelagem das edificações

Outra etapa importante é a modelagem das edificações (Figura 21) e, para isso, sugerimos os passos a seguir:

1. Clique na aba *Buildings* para configurar.
2. Em *Display As:*, selecione *Height*, conjunto a isso, em *Add/Remove Cells*, selecione *Add*.
3. Para inserir as características em altura da edificação, clique em *> Edit Build Geometry > Top of Building or element (h)*
4. Já em *Bottom of building element (m)*, defina a altura da base da edificação.
5. Para preencher os *grids* das áreas das edificações, clique com o botão esquerdo do mouse, sobre os espaços da imagem onde estão as edificações.
6. Caso precise apagar, clique em *Remove* e depois, sobre o *grid* selecionado.
7. Em necessidade de substituir alguma informação de altura da edificação, delimite um novo valor e preencha novamente o *grid* desejado.

Figura 21: imagem mostrando as funções de como modelar as edificações.



Fonte: as autoras.

Observações:

Caso no local do seu estudo tenham edificações de alturas variadas, é necessário modelar uma por vez, alterando o valor da altura em Top of building element.

Para os edifícios que forem suspensos em relação ao nível do solo como, por exemplo, aqueles em Pilotis, é necessário inserir para o Bottom of building element (m), um valor diferente de 0.

Para um maior detalhamento dos edifícios, podem ser utilizadas ferramentas de definição de materialidade, conforme os passos a seguir (Figura 22):

1. Ainda na aba Buildings em *Assign Building Material and Greenings*, na janela *Materials*, defina um material de superfície igual, ou que mais se assemelhe ao do prédio em modelagem.

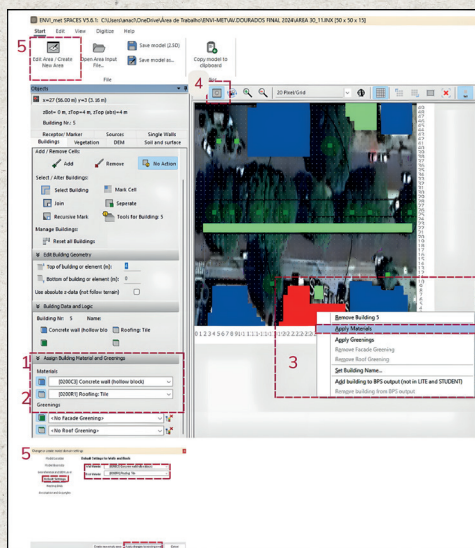
2. Na segunda aba de *Materials*, defina um material de cobertura da edificação.

3. Para inserir as características no prédio, é preciso primeiro tê-lo modelado, depois, selecionar a edificação e com o botão direito, clicar em *apply materials*, para que a seleção superior seja aplicada.

4. Para conferir as informações da edificação, selecione o ícone “i” no canto superior esquerdo.

5. Agora, para que o software entenda automaticamente os materiais, volte ao menu *Edit Area/ Create New Area > Default Settings* e selecione a mesma ordem de materiais utilizados.

Figura 22: imagem mostrando as funções de detalhamento nas modelagens de edificações.



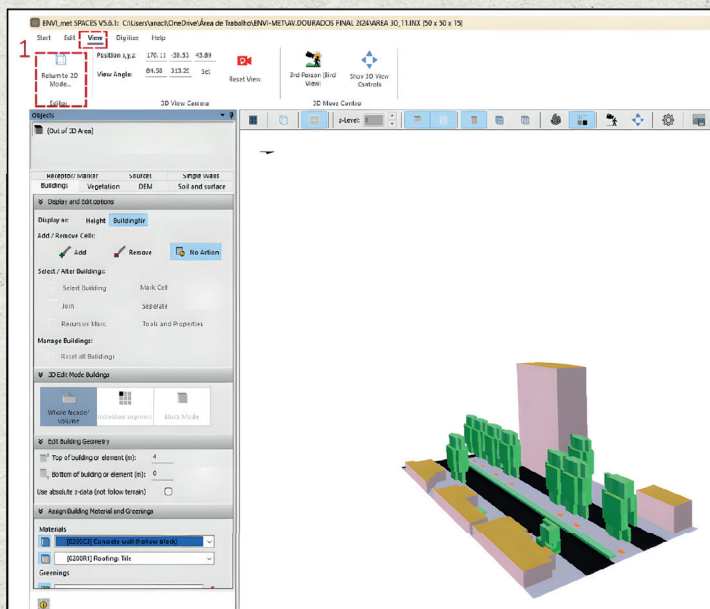
Fonte: as autoras.

Modelagem: visualização 3d

O Envi-met permite a verificação da modelagem em 3D, para isso é importante seguir os passos abaixo (Figura 23):

1. Selecione o menu *View*.
2. Clique em *Open 3D view*.
3. Caso precise alterar alguma inserção de solos, superfícies ou vegetação, é possível realizar tal ação pela visualização 3D.
4. Para retornar ao modo de visualização 2D, selecione *Return do 2D mode*.
5. No aspecto da modelagem da área de estudo na AV. Dourados, localizada em Naviraí-MS, os principais elementos são (Figura 23):
 - A massa vegetal (árvores e grama), em verde.
 - Cobertura de calçada pavimentada com concreto em cinza.
 - Cobertura asfáltica em preto.
 - Em laranja, o solo exposto.
 - Em amarelo o material aplicado para as coberturas.

Figura 23: imagem mostrando as modelagens em 3D.



Fonte: as autoras.

Observação:

É possível que as edificações assumam um aspecto conjugado, no entanto, pode acontecer devido a espacialização não- ortogonal de disposição dos elementos.

CAPÍTULO

3

CONFIGURAÇÃO
DE DADOS
PARA
SIMULAÇÃO



Arquivo climático

Em vista do exposto por Celis e Silva (2018), no método Simple Forcing, são necessárias informações sobre velocidade dos ventos (m/s), umidade específica do ar (g/kg), umidade relativa do ar (%), temperaturas mínimas e máximas do período em análise. Logo, para obtenção dos dados climáticos é possível coletá-los *in loco*, ou obtê-los através do repositório de dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Ainda, sobre o processamento dos dados higrotérmicos, faz-se necessário saber que os mesmos, referem-se aos valores específicos obtidos em relação à data de coleta de dados, ou referenciada pelo INMET na data escolhida para análise.

Para os casos em que os dados não serão coletados *in loco*, a alternativa de obtê-los através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), funciona de tal modo:

1. A fim de obter tais dados a partir do INMET, acesse:
< <https://bdmep.inmet.gov.br/#> >
2. Acompanhe as instruções dispostas na caixa de orientação do próprio site do INMET (Figura 24).

Figura 24: dados climáticos pelo INMET.

Caro(a) usuário(a), seja bem-vindo(a) ao Banco de Dados Meteorológicos do INMET

ATENÇÃO: Para Download imediato de pacote de dados anuais de TODAS as estações automáticas separadas por ano, clique aqui.

ATENÇÃO: Para coleta de dados horários de curta duração (até 6 meses) de uma estação, é aconselhado o uso da Tabela de Dados de Estação através do sistema **TEMPUS**.

Para escolher uma estação em particular, visualize a distribuição espacial das estações no **Mapa de Estações**.

Siga as instruções para receber os dados meteorológicos da estação escolhida em formato CSV:

(1) Clique em "Prossigui" nesta tela, abaixo, e na próxima tela forneça seu endereço de e-mail.

(2) Na tela seguinte, favor preencher todos os campos com atenção: tipo de estação, datas de início e fim, variáveis selecionadas e local. Envie sua solicitação. Caso seja selecionada uma data inicial anterior à data de início de operação (fundação) de alguma estação, para esta estação, a data será substituída automaticamente para sua data de fundação. Caso seja selecionada uma data final anterior à data de início de operação (fundação) de alguma estação, para esta estação, você receberá um e-mail informando sobre a indisponibilidade de dados no período. Existe uma seleção de pontuação para que seja escolhido usar PONTO(.) ou VIRGULA(,) como SEPARADOR DECIMAL.

(3) Um e-mail de confirmação será enviado automaticamente para o endereço fornecido, clique no link enviado para confirmá-lo.

Para efeito de controle, existe uma fila de processamento e quando sua requisição for iniciada você receberá um e-mail alertando.

Ao término do processo, um e-mail de conclusão será enviado contendo o link de acesso aos dados selecionados; após 48h esses dados serão apagados.

Para mais de uma requisição, favor aguardar o término do primeiro processamento.

Prossigui

Fonte: as autoras.

Observações:

Para cidades que não possuem base de dados disponíveis, o adequado, conforme a NBR 15575-1 (2021), é empregar a análise das informações da cidade localizada mais próxima e com características compatíveis de sua zona bioclimática.

2. Prosiga com as instruções de preenchimento (Figura 25) de dados para obtenção do arquivo .CSV (tabela), fornecido pelo Instituto.

Figura 25: preenchimento dos dados climáticos pelo INMET.

The image shows a web form for entering climate data into the INMET system. The form is titled 'Email:' and includes a 'Senha:' field. Below these are several sections with radio button options: 'Tipo de Promotoria:' (Virgula, Ponto), 'Tipo de Dados:' (Dados Horários, Dados Diários, Dados Mensais), 'Tipo de Estação:' (Automáticas, Conhecimentais), and 'Atmosfera:' (Pela, Região). There are also fields for 'Data Início:' and 'Data Fim:'. A 'Variáveis' section has a dropdown menu and a 'Selecionar Todas as Variáveis' button. An 'Estações' section has a dropdown menu and a 'Selecionar Todas as Estações' button. At the bottom, there are five radio buttons for 'Norte', 'Nordeste', 'Sul', 'Sudeste', and 'Centro-Oeste', and a 'Proteger' button at the very bottom.

Fonte: as autoras.

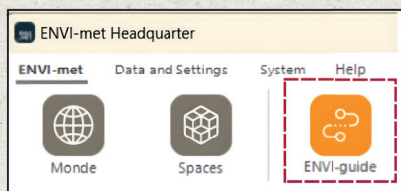
Observações:

Observações: Opte por ponto “.” como separador decimal, uma vez que o idioma do Envi-met está configurado para o Inglês.

Ajustes para simulação

Abra o Envi-met Headquarter, agora na interface do Envi-guide, para configurar o processamento de dados sobre a área de estudo (Figura 26).

Figura 26: configuração do Envi-guide.



Fonte: as autoras.

1. No menu *General Settings*, em *Simulation Date and Time*, preencha com os dados. Entre a data, o horário de início da simulação e o total de horas simuladas (Figura 27).

2. Na aba *Simulation name and settings*, preencha o nome do arquivo com o título desejado. Para o *short name*, preencha com um título simplificado, para que facilite a identificação do mesmo. Em *Folder for model output*, selecione a pasta de salvamento do modelo.

3. Já em *Model Area*, insira o arquivo .INX (arquivo de modelagem do passo anterior).

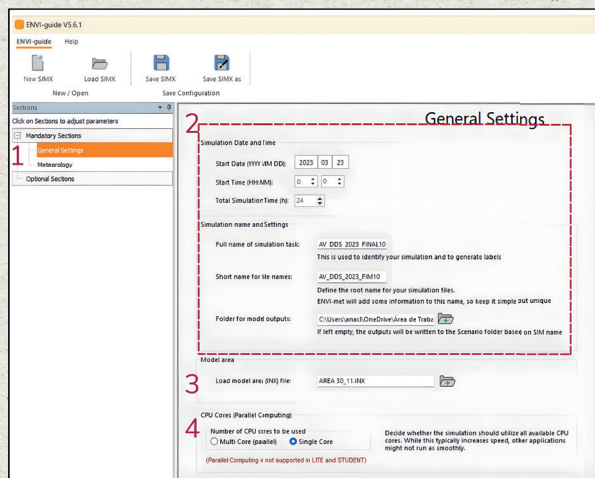
4. O software disponibiliza duas vertentes para processamento de dados.

- *Simple forcing*: disponível para versões educacionais e LITE do envi-met. Indicado para simulações que dispõem de dados acerca de umidade relativa do ar, temperatura do ar e velocidade do vento.

- *Full forcing*: alta precisão, disponível para a licença completa do software. Utilize arquivos .EPW (Dados higrótérmicos no formato padrão EnergyPlus).

Neste, utilizamos o *Simple forcing*, para tanto em *CPU core*, utilize a opção *Single Core*.

Figura 27: configuração do Envi-guide, passo-a-passo.



Fonte: as autoras.

1. No menu *Meteorology: Simple Forcing*, preencha com os dados obtidos na tabela do INMET, na aba *Manually adjust values*, colocando os dados manualmente (Figura 28).

2. Outra opção é em *Create 24 hour cycle by automatic linear interpretation*, ajustando o tempo de temperatura máxima e mínima, o mesmo para umidade relativa do ar (UR), o software completa barra lateral direita, com valores aproximados para as 24 horas em simulação. Excluindo a necessidade de digitá-los um por vez.

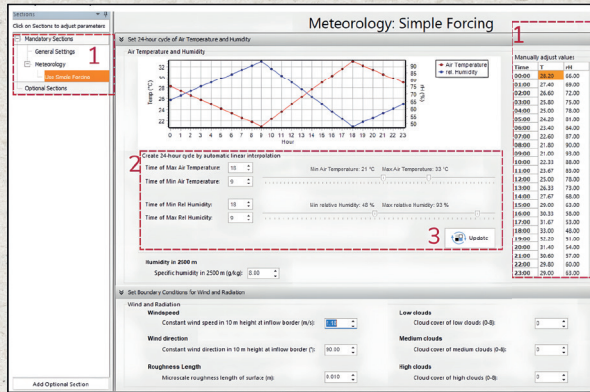
3. Sempre que alterar alguma informação, clique em *Update*.

4. Em *Humidity in 2500m*, são valores geralmente encontrados a partir de estações situadas em bases aéreas. Para isso, acesse o site e preencha com as informações de data e local, selecionando uma base próxima a área em análise. A tabela gerada trará o dado em altura necessário.

5. A direção do vento **Wind Direction** já é fornecida no arquivo .csv disponibilizado pelo INMET, no entanto, pode ser obtido também no site PROJETEE.

Agora, salvo o arquivo, a extensão será .SIMX.

Figura 28: método *Simple Forcing* do *Envi-guide*.



Fonte: as autoras.

CAPÍTULO

4

**SIMULAÇÃO
COM
O ENVI-CORE**



Simulação dos dados

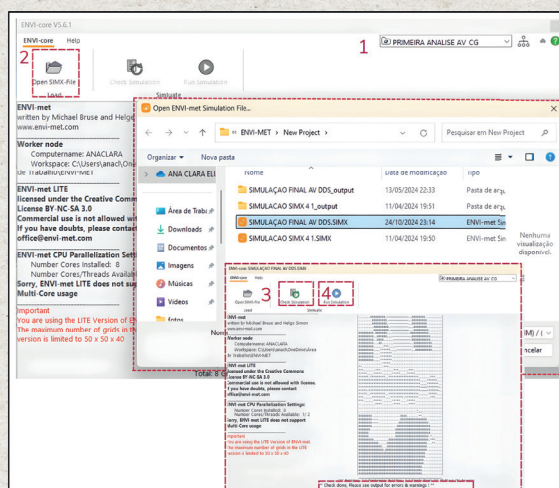
Abra o Envi-met Headquarter, agora na interface do Envi-core, para o processamento de dados sobre a área de estudo (Figura 29) e siga os passos a seguir:

1. No menu de pastas, selecione aquela em que estão registrados os arquivos .SIMX, configurados no item anterior.
2. Agora, clique em *Open SIMX-File* para selecionar o arquivo .SIMX. Feito isso, o arquivo será carregado no ENVI-core.
3. Carregado, antes de clicar em *Run simulation*, cheque primeiro por erros, no menu *Check Simulation*.

Ao término, com a checagem pronta, se houver algum erro, corrija-o a partir da indicação. E quando estiver tudo pronto, siga o próximo passo:

4. Clique em *Run simulation* e aguarde. Isso pode demorar algum tempo, mantenha o computador ligado.

Figura 29: processamento dos dados no Envi-core.



Fonte: as autoras.

CAPÍTULO

5

**VISUALIZAÇÃO
COM
O LEONARDO**



Visualização dos dados

Abra o Envi-met *Headquarter*, agora na interface do Leonardo, para a configuração e visualização do processamento de dados simulados sobre a área de estudo, em formato de mapas (Figura 30) e siga os passos a seguir:

1.No menu *WorkSpace*, selecione a pasta em que as simulações foram salvas (armazenadas).

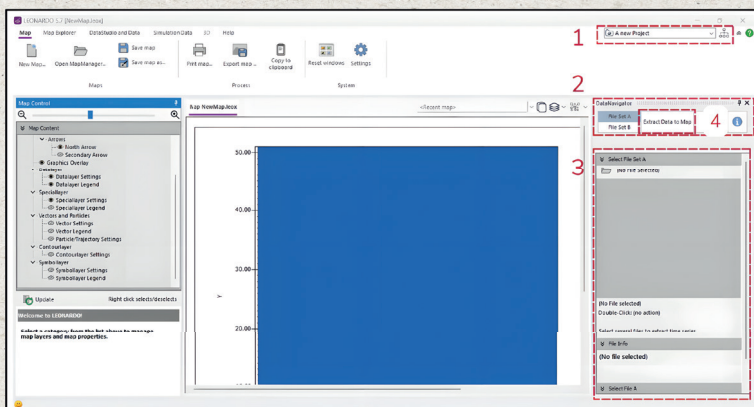
Uma das pastas criadas pelo programa, é chamada *Atmosphere*. Os dados simulados, de acordo com os horários estabelecidos, estarão disponíveis automaticamente nela.

2.Feito isso, no menu *Data Navigator*, selecione *File A*, para abrir o explorador de arquivos e selecione, na pasta *Atmosphere*, um arquivo de um dos horários para realizar a visualização.

3.Arquivo selecionado, o Leonardo mostra na aba *File Map Set A*, com todas as horas simuladas na cor azul.

4. Selecione um horário e clique em *Extract Map*.

Figura 30: método de extração dos mapas no Leonardo.



Fonte: as autoras.

1. Ainda no menu *DataNavigator*, em *Assign Map Layers and Elements*, defina o tipo de dados processados. Neste caso, *Potential Air temperature (°C)*, para temperatura do ar (Figura 31).

2. Na seção seguinte, para estabelecer o corte (altura) em que foram coletados os dados, altere o seguimento *Position of view plane*.

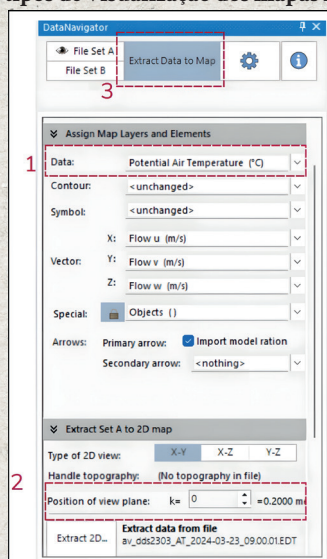
- Para esta coleta, foi adotado para o valor de $K=2$ (1,40m), visando contemplar informações na escala humana, no entanto, pode ser alterada em níveis mais altos ou baixos, a depender da intenção.

3. Clique em *Extract data to map* e estará pronto para visualização e início da organização das legendas.

Ainda é possível fazer vistas diferentes nos mapas e elaborar cortes em alturas e modos diferentes. Basta analisar as visualizações em *Extract Set A to 2D map*, *Type of 2D view*:

- X-Z representa vista vertical frontal.
- Y-Z: Vista vertical da esquerda para direita.
- X-Y: vista superior.

Figura 31: tipos de visualização dos mapas no Leonardo.



Fonte: as autoras.

Legenda nos mapas

Com o Leonardo, é possível não somente visualizar o mapa, como configurá-lo à sua maneira (Figura 32). Os principais aspectos que podem ser modificados incluem:

- **Tamanho do Intervalo:** Também conhecido como "step size" ou largura da classe, define a amplitude de cada grupo de dados.
- **Cores:** A escolha das cores utilizadas nas representações.
- **Valor Inicial:** O primeiro valor apresentado na legenda, que serve como referência para a interpretação dos dados.
- **Número de Classes:** Geralmente variando de 10 a 20, esse aspecto determina como os dados são agrupados.
- **Floating:** Refere-se à interpolação dos dados, que pode influenciar a apresentação visual.

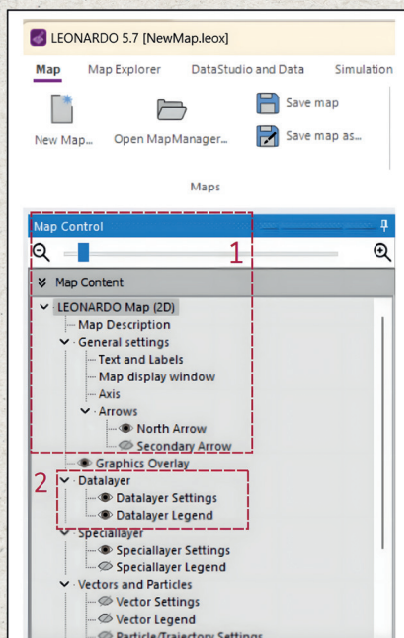
1. No menu Map Control, no lado esquerdo da tela, são abertas as configurações estéticas do mapa, assim, em cada menu aberto, é possível configurar algo.

Em General Settings> Text and labels, é possível configurar a fonte, tamanho da mesma, informações no rodapé e descrição do mapa.

É importante observar e abrir os menus para entender qual legenda é necessária ao seu mapa e que será mais didática para o desenvolvimento de seu trabalho.

2. Na seção seguinte, clique em Datalayer Legend, abaixo, abrirá um menu para customização das legendas.

Figura 32: configuração das legendas dos mapas no Leonardo.



Fonte: as autoras.

3. A seção *Datalayer Legend*, talvez seja um dos menus mais importantes, pois diz respeito às cores.

4. Em *Color Mapping*, escolha as cores na opção *Select palette*. Para isso, selecione as cores apropriadas para cada parâmetro (Figura 33).

Por exemplo, para observar os mapas de temperatura é relevante utilizar uma paleta que inclua tons de variação de azul para temperaturas mais amenas e tons de variação de vermelho para representar as temperaturas mais quentes. A paleta “Roma” é um exemplo dessa aplicação.

- A opção *Floating* suaviza o degradê, facilitando a compreensão do sentido da temperatura.

É importante revisar e editar as legendas para garantir que

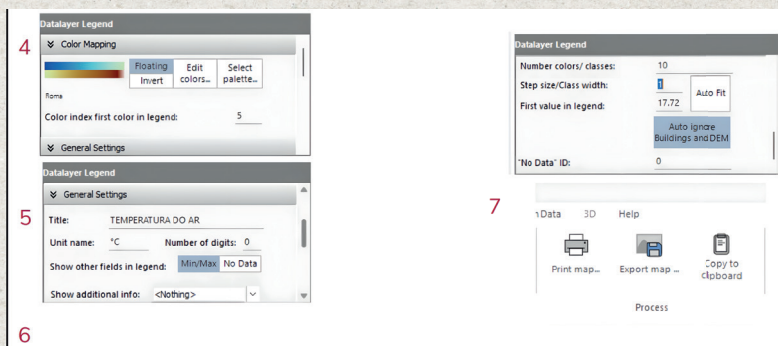
representem com precisão os dados obtidos. As legendas devem refletir os intervalos e as cores escolhidas.

5. Em *title*, é possível mudar o título da legenda, que por padrão vem configurado em inglês. Já em *number of digits*, se pode alterar a quantidade de casas decimais após a vírgula.

6. Desativação do *Auto Fit*: clique no botão *AUTO FIT* para desativar esta opção. Isso permitirá ajustar manualmente os intervalos dos valores de temperaturas e a suavização de cores. É um ponto da edição no qual a configuração dependerá do seu resultado esperado.

7. Feitas as configurações, exporte o mapa. Para isso, na aba superior, exporte o mapa com as legendas configuradas para apresentação ou análise posterior.

Figura 33: configuração das legendas de cores e outras opções específicas no Leonardo.

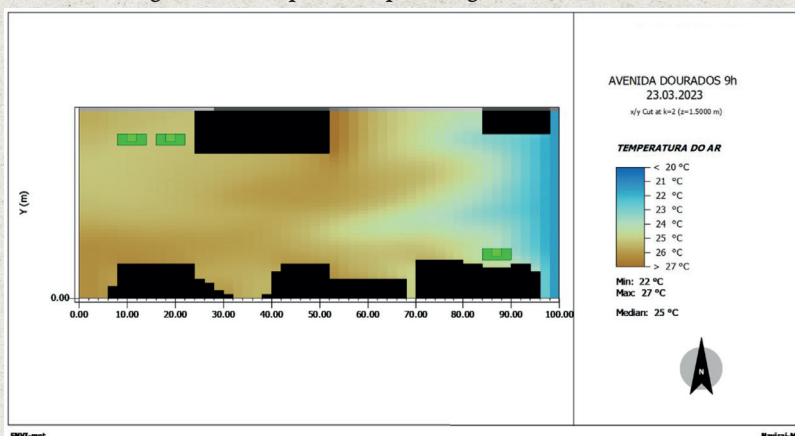


Fonte: as autoras.

Produto final .leox

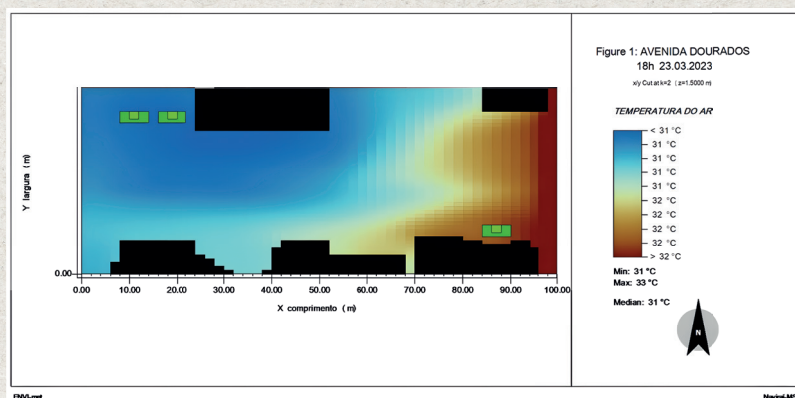
A partir de todos os ajustes de configuração de legendas, paleta de cores e outros efeitos de edição, é possível compreender melhor o resultado alcançado, como nas figuras 34 e 35.

Figura 34: exemplo de mapa configurado no Leonardo.



Fonte: as autoras.

Figura 35: exemplo de mapa configurado no Leonardo.



Fonte: as autoras.

CAPÍTULO

6

**ANÁLISES DE
CONFORTO
AMBIENTAL
COM O BIOMET**



Para simular o índice de conforto térmico dos transeuntes, é necessário atentar-se aos padrões de temperatura do ar do dia e ao padrão das pessoas da cidade analisada. Tais informações são obtidas através dos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

1. Em *Simulation Root Output Folder*, clique no ícone de pasta e insira o arquivo do *Spaces* (formato .INX) elaborado anteriormente (Figura 36).

2. Selecione um horário de análise de acordo com sua preferência, relacionado à sua pesquisa.

3. No ícone da forma humana, selecione o padrão adequado aos referidos pelo censo.

No caso de Naviraí, por exemplo, de acordo com o Censo IBGE (2022), a pirâmide etária demonstra uma população majoritária do sexo feminino, entre 35-40 anos. Cabe salientar a importância de levar em consideração a característica climática do período.

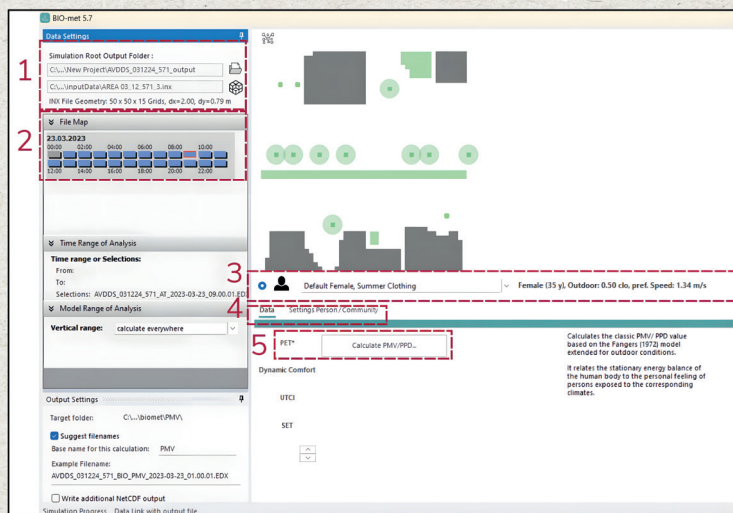
4. Em *Setting Person/Community*, é possível adaptar as características para análise, sendo uma opção mais detalhada.

5. Selecione o índice PET ou PMV e clique em Calculate PMV/PPD.

Durante esse processo, o BIOMET criará uma pasta chamada PMV dentro da pasta BIOMET, contendo os mapas que poderão ser visualizados no LEONARDO, além de outros parâmetros como temperatura e umidade relativa do ar.

Após esses cinco itens aqui citados, abra o LEONARDO para exibir os mapas, seguindo o passo a passo de configuração do **Bloco 5**.

Figura 36: configuração dos dados no BIOmet.



Fonte: as autoras.

Ao chegar nesta etapa, os resultados estarão prontos para serem analisados e gerarem pesquisas científicas com tomadas de decisão mais assertivas. Parabéns por concluir os passos deste roteiro!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, E. S. **Aplicações da climatologia urbana no planejamento da cidade: revisão dos estudos brasileiros**. RUA: Revista de Urbanismo e Arquitetura, v. 58, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/rua/article/download/3149/2261>. Acesso em: 01 dez. 2024.

CELIS, A. M.; LIMA, J.; SANTOS, J.; OITICICA, M. L. **A utilização da Simulação computacional como ferramenta para a análise do microclima urbano do Campus São Cristóvão - SE**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022.

GOMES, R. F. et al. **Discursos e práticas definindo territórios periféricos em cidades planejadas: o Caso do município de Naviraí (MS)**. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/336450>. Acesso em: 30 maio. 2024.

IBGE. **Município de Naviraí**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/navirai.html>. Acesso em: 01 dez. 2024.

LAMBERTS, R.; MELO, A.; SORGATO, M.; SCHELLER, C. **Análise de arquivos climáticos para a simulação do desempenho energético de edificações**. Laboratório de eficiência energética em edificações. Florianópolis, 2015.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003. p. 9-67.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**. World Meteorological Organization, Instruments and Observing Methods, Report nº 81, nº 1250. Canadá: WMO/TD, 2006.

PROFESSOR JONATHAN ZANGESKI. **ENVI-met 5 - Leonardo e BIO-met**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xLeq-cBln0tc>. Acesso em: 25 jun. 2024.

PROFESSOR JONATHAN ZANGESKI. **ENVI-met 5 - Spaces, ENVI-guide e ENVI-core**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MjJoJjkh62I>. Acesso em: 24 jun. 2024.

SOBRE AS AUTORAS

ANA CLARA ELIAS MOREIRA DE FREITAS

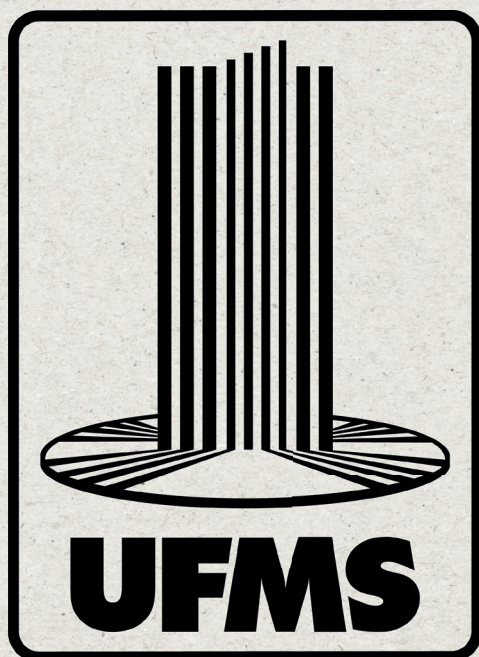
(ana.clara.moreira@ufms.br)

Ana Clara Elias Moreira de Freitas é estudante de graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Está engajada em estudos e pesquisas sobre planejamento urbano e tecnologias ambientais. Atualmente, Ana Clara atua como pesquisadora de iniciação científica voluntária pela UFMS e também se dedica à pesquisa sobre conservação de patrimônio histórico em Naviraí, MS.

CAMILA AMARO DE SOUZA

(camila.amaro@ufms.br)

Camila Amaro de Souza é professora, arquiteta e urbanista, atua nas áreas de climatologia urbana e conforto ambiental. Tem experiência em arquitetura hospitalar, além de consultorias e projetos voltados para conforto acústico, térmico e lumínico, principalmente na região do Centro-Oeste do Brasil. Atualmente, é conselheira estadual do CAU/MS e da APA do Lajeado/ MS. Camila é professora efetiva na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), onde também atua como professora convidada no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PGRN). Formou-se mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional e doutora em Tecnologias Ambientais. Participa de projetos e iniciativas focados em conforto ambiental e sustentabilidade nas construções urbanas.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MATO GROSSO DO SUL**

CÂMPUS DE NAVIRAÍ

2025

Este livro foi editorado com as fontes Crimson Text e Montserrat.
Publicado on-line em: <https://repositorio.ufms.br>



ISBN 978-85-7613-748-1



9 788576 137481

 **editora**
UFMS