



UFRJ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - FAU
LABORATÓRIO DE ENSINO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E ESTUDO DOS
SOLOS - LEMC

MANUAL ENERGYPLUS

Estudantes: Joanna Ferreira da Silva
Julia da Rocha Paula Reyes
Orientadoras: Reila Vargas Velasco
Tatiane Pilar de Almeida

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS



ATO DE APROVAÇÃO

Aprova Manual EnergyPlus

O chefe do Departamento de Estruturas em acordo com a Biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, após a deliberação pelo Colegiado em reunião no dia 03 de outubro de 2023, tendo a anuência dos demais docentes do Departamento os quais representa, e no uso de suas atribuições, RESOLVE:

- I – Aprovar o documento “Manual EnergyPlus pelo objetivo a que se propõe e pela sua importância no uso em disciplinas do Curso de Arquitetura e Urbanismo, podendo também ser utilizado nas Engenharias.
- II – O presente manual entra em vigor nesta data.

Rio de Janeiro, 03 de outubro de 2023

Prof. Roberto de Almeida Souza
Chefe do Departamento de Estruturas
Prof. Associado - FAU/UFRJ

Dedicado a todos os futuros e atuais alunos da FAU-UFRJ

Esse manual foi desenvolvido com o intuito de auxiliar os próximos alunos a entender a interface e o uso do *EnergyPlus* e como inserir os parâmetros necessários, assim como seus significados, para o auxílio em futuras simulações. A elaboração veio por meio da junção dos nossos conhecimentos adquiridos durante o período na iniciação científica, assim como por meio de outros manuais e documentos que foram disponibilizados na internet (Westphal e Lamberts, 2006; Melo *et al*, 2009; Versage e Lamberts, 2010; Mazzaferro *et al*, 2013; Pereira *et al*, 2013; Souza, 2017; Costa *et al*, 2017).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. O que é o EnergyPlus?	10
1.2. A importância do uso de programas de simulações no estudo da arquitetura.....	10
2. INSTALAÇÃO DO PROGRAMA E PLUGINS	10
3. MODELAGEM	15
4. BUSCA DE DADOS	42
4.1. Controle da simulação e dados padrões ou “Default”	45
4.2. “Location and Climate”	46
4.2.1. Localização ou “Site:Location”	46
4.2.2. “Tamanho do período”: dias do arquivo meteorológico ou “Sizing Period: WeatherFileDays”	50
4.2.3. “Duração da simulação ou “Run Period”	50
4.3. “Schedules” ou “Rotina”	51
4.3.1. “Schedule:Compact” ou Rotina “Compactada”	51
4.4. “Surface Constructions Elements” ou Superfícies dos elementos da Construção ..	55
4.4.1. “Material” ou Material	55
4.4.2. Material:AirGap	55
4.4.3. “WindowMaterial:Glazing” ou “Material da Janela”	55
4.4.4. “Construction” ou “Construção”	58
4.5. “Thermal Zones And Surfaces”	58
4.5.1. “GlobalGeometryRules” ou “Regras Gerais da Geometria”	58
4.5.2. “Zones”, “ZoneList”, “BuildSurface: Detailed”, “Fenestration Surface: Detailed” e “Shading: Building:Detailed”	59
4.6. “Detailed Ground Heat Transfer” ou “Transferência de calor detalhada no solo” ...	59
4.6.1. “GroundHeatTransfer:Control” ou “Controle de transferência de calor no solo”	59
4.6.2. “GroundHeatTransfer:Slab Material”	60
4.6.3. “GroundHeatTransfer:Slab:MatlProps	60
4.6.4. GroundHeatTransfer:Slab:BoundConds	61
4.6.5. GroundHeatTransfer:Slab:BoundConds	61
4.6.6. GroundHeatTransfer:Slab:Insulation	63
4.6.7. GroundHeatTransfer:Slab:EquivalentSlab	63
4.7. “Natural Ventilation and Duct Leakage	63
4.7.1. “Airflow Network:Simulation Control (Default)” ou Condições de ventilação....	63

4.7.2.	AirflowNetwork:MultiZone:Zone	64
4.7.3.	AirflowNetwork:MultiZone:Surface	65
4.7.4.	AirflowNetwork:MultiZone:Component:DetailedOpening	65
4.8.	“Output Reporting” ou “Dados de Saída”	68
4.8.1.	“Output : Variable”	68
5.	PRIMEIRA SIMULAÇÃO	69
6.	RESULTADOS	73
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Tela inicial do programa EnergyPlus.	11
Imagem 2 - Tabela com as versões compatíveis.	11
Imagem 3 - Print do programa Sketch Up com o passo a passo	12
Imagem 4 - Print da ativação do plugin.	13
Imagem 5 - Print do programa Sketch Up com o passo a passo	13
Imagem 6 - Print do programa Sketch Up com o passo a passo.	14
Imagem 7 - Print da aba de ferramentas do Sketch Up.....	14
Imagem 8 - Print da tela final do programa Sketch Up.	15
Imagem 9 - Planta baixa da casa unifamiliar do programa Minha Casa Minha Vida da CEF.	16
Imagem 10 - Planta baixa com apenas as paredes internas em destaque	16
Imagem 11 - Visualização apenas das linhas divisórias destacadas em vermelho.....	17
Imagem 12 - Alinhamento das linhas horizontais	17
Imagem 13 - Alinhamento das linhas verticais com alteração do espaço dos cômodos da direita para a esquerda ou vice-versa.....	18
Imagem 14 - Por fim, aumente o tamanho do banheiro para eliminar a linha dupla das paredes	18
Imagem 15 - Imagem final da simplificação da planta baixa, já com as zonas térmicas separadas.	19
Imagem 16 - Print da tela do <i>SketchUp</i> , com a figura humana inicial já excluída.	20
Imagem 17 - Print da aba de importar arquivos do SketchUp	20
Imagem 18 - Imagem do processo de importação.	21
Imagem 19 - Vista superior do material importado do Autocad.....	21
Imagem 20 - Se ao clicar no desenho, apenas uma única linha for selecionada (linha destacada em azul), significa que a planta baixa está particionada, ou seja, as linhas divisórias não estão agrupadas.	22
Imagem 21 - Com o scroll do mouse selecionado, arraste da direita para a esquerda sobre o desenho que desejar agrupar.	22
Imagem 22 - Print com o desenho todo selecionado, em azul.	23
Imagem 23 - Com o botão direito do mouse, clique sobre o desenho selecionado e, em seguida, clique em “ <i>Criar grupo</i> ”. Para saber se funcionou, clique novamente no desenho e observe se todas as linhas serão selecionadas em conjunto (todas devem ficar em azul)..	23
Imagem 24 - Com a fachada selecionada e agrupada, selecione a ferramenta <i>rotar</i> (atalho Q do teclado).	24
Imagem 25 - Posicione o transferidor numa das extremidades do desenho e aperte a tecla para a esquerda do teclado (←), deixando o transferidor no eixo certo (ele ficará com a cor vermelha).	24
Imagem 26 - Com o transferidor já posicionado, clique na outra extremidade do seu desenho.	25
Imagem 27 - Rotacionando no eixo azul (vertical), gire até obter a angulação de sua escolha. Você também pode digitar “90” na caixinha inferior na direita, para uma maior precisão.	25
Imagem 28 - Print final com todos os desenhos agrupados e fachadas rotacionadas.....	26
Imagem 29 - Criação da zona térmica, após usar a ferramenta New EnergyPlus Zone.	27
Imagem 30 - Print com a zona térmica selecionada. É dentro desse espaço com as linhas tracejadas que se deve modelar.	27

Imagem 31 - Com a ferramenta retângulo (atalho R do teclado), desenhe um dos cômodos.	28
Imagem 32 - Ainda dentro da zona térmica (observe as linhas tracejadas), utilize a ferramenta <i>empurrar/puxar</i> (atalho P do teclado) para dar volume ao seu cômodo. Você também pode digitar o valor do pé direito na caixinha inferior na direita, para maior precisão.	28
Imagem 33 - Print com o resultado final. Observe o esquema de cores: amarelo para as paredes e um tom marrom avermelhado para a cobertura.	29
Imagem 34 - Resultado final da modelagem, com cada cômodo em uma zona térmica separada.	29
Imagem 35 - Diferença entre a modelagem correta (com cores, na esquerda) e uma modelagem incorreta (sem cores, na direita).	30
Imagem 36 - Exemplo de um bug tardio na modelagem.	30
Imagem 37 - Print da aba para abrir o arquivo IDF da modelagem.	31
Imagem 38 - Quarto 2, que divide parede tanto com a cozinha como com o corredor.	32
Imagem 39 - Print com apenas o quarto selecionado. Com a ferramenta lápis (atalho L do teclado), desenhe o limite entre hall e cozinha na parede do quarto 2.	32
Imagem 40 - Print com o resultado final.	33
Imagem 41 - Resultado final da porta, com a coloração ocre.	33
Imagem 42 - Porta interna do quarto 1 desenhada na zona térmica 4.	34
Imagem 43 - Mesma porta interna desenhada na zona térmica da sala (Z1).	34
Imagem 44 - Exemplo de um pano de vidro, com alguns centímetros de borda.	35
Imagem 45 - Resultado final da janela, com a coloração azul, meio transparente.	35
Imagem 46 - Print com resultado final, após todas portas (externas e internas) e janelas modeladas.	36
Imagem 47 - Modelagem da cobertura em uma zona térmica separada.	36
Imagem 48 - Print com o resultado final da modelagem, até o passo atual.	37
Imagem 49 - Limite dos cômodos desenhados na face inferior da cobertura.	37
Imagem 50 - Print com a modelagem dos beirais finalizada. Lembrando que cada beiral se encontra em uma zona de sombreamento separada.	38
Imagem 51 - Aba com as informações do objeto. Observe que em “ <i>Construction</i> ” a parede selecionada está corretamente identificada como parede interna. É possível ver as informações de qualquer objeto na modelagem com essa ferramenta (Object Info Window).	39
Imagem 52 - Exemplo de nomeação para a modelagem.	40
Imagem 53 - Salvando o arquivo da modelagem. Observe que em “tipo” não é possível selecionar nenhuma extensão. Como dito anteriormente, isso deve ser feito manualmente após salvar.	41
Imagem 54 - Print do local onde o arquivo da modelagem foi salvo. Basta renomear com a terminação <i>.IDF</i> . Observe que o ícone mudará automaticamente.	41
Imagem 55 - Print com o resultado final.	42
Imagem 56 - Print do tipo de arquivo a ser aberto para inserção de dados no EnergyPlus.	42
Imagem 57 - Launch do aplicativo.	43
Imagem 58 - Print da tela de abertura do IDF Editor.	43
Imagem 59 - Recorte de um print da “ <i>Class List</i> ” do IDF Editor.	44
Imagem 60 - Ilustração “ <i>Class List</i> ” do IDF Editor com o atalho CTRL + L.	45
Imagem 61 - Recorte de um print da “ <i>Class List</i> ” do IDF Editor no campo “Location and Climate”.	46
Imagem 62 - Print da tela inicial do site climate.onebuilding.org	47

Imagem 63 - Print da tela do campo para se escolher as regiões do arquivo climático no site climate.onebuilding.org	47
Imagem 64 - Print da tela da lista de arquivos climáticos disponíveis para a região do Estado do Rio de Janeiro.....	48
Imagem 65 - Print da tela dos arquivos que vieram juntos no zip do arquivo climático.	48
Imagem 66 - Print da tela da EP-Launch para inserção do arquivo climático.	48
Imagem 67 - Print da tela do arquivo TRY aberto como bloco de notas.	49
Imagem 68 - Print da tela dos campos a serem preenchidos manualmente no campo "Site:Location".....	49
Imagem 69 - Print da tela dos campos a serem preenchidos manualmente no campo "Size Period:Weather FieldDays".....	50
Imagem 70 - Print da tela dos campos a serem preenchidos manualmente no campo "RunPeriod".....	50
Imagem 71 - Trecho da tabela disponível na NBR 15575 (2021) quanto aos horários e porcentagem de ocupação de cada ambiente.....	51
Imagem 72 - Ilustração do primeiro trecho do Schedule para o item dormitório e sala.....	52
Imagem 73 - Ilustração do segundo trecho do Schedule para o item dormitório e sala.....	52
Imagem 74 - Tabela 15 da NBR 15575 (2021) quantos aos padrões de uso do sistema de	53
Imagem 75 - Trecho da tabela 14 da NBR 15575 (2021) quanto aos padrões de uso em ..	53
Imagem 76 - Trecho da RTQ-R (2012) quanto aos padrões de uso em relação ao controle automático de temperatura.	54
Imagem 77 - Trecho do catálogo de áreas efetivas para iluminação e ventilação naturais, para diferentes tipologias de esquadrias da RTQ-R (2012) do INMETRO (2010).....	54
Imagem 78 - Tabela exemplo de propriedades de material "telha cerâmica".....	55
Imagem 79 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de "Material".	55
Imagem 80 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de "Material:AirGap".....	55
Imagem 81 - Ilustração da tela da localização do arquivo do programa EnergyPlus.	56
Imagem 82 - Ilustração da tela da localização da pasta DataSets	56
Imagem 83 - Ilustração da tela da biblioteca do EnergyPlus com diversos tipos de	57
Imagem 84 - Ilustração da tela do arquivo "WindowGlassMaterials" utilizado para o	57
Imagem 85 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de "Window Material:Glazing".	58
Imagem 86 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "Window Material:Glazing".	58
Imagem 87 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de "Global Geometry Rules". .	59
Imagem 88 - Ilustração do trecho da norma que menciona o processador Slab.	60
Imagem 89 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer:Control". .	60
Imagem 90 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer:Material".	60
Imagem 91 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: MatlProps".....	61
Imagem 92 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: BoundConds".....	61
Imagem 93 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: BldgProps".	62
Imagem 94 - Print da tela do arquivo EPW aberto como bloco de notas para visualização e inserção de dados da temperatura do solo no IDF Editor.	62
Imagem 95 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: Insulation".	63
Imagem 96 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: EquivalentSlab".....	63

Imagem 97 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "AirflowNetwork: SimulationControl".	64
Imagem 98 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "AirflowNetwork: MultiZone: Zone".	64
Imagem 99 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "AirflowNetwork: MultiZone: Surface".	65
Imagem 100 - Tabela da NBR 15575 (2021) quanto aos parâmetros de coeficientes de fluxo de ar para janelas e portas em uma habitação.....	66
Imagem 101 - Ilustração esquemática das frações entre a abertura e o tamanho de portas ou janelas.....	67
Imagem 102 - Print da tela do IDF Editor para o campo de AirflowNetwork: MultiZone: Component: DetailedOpening".	68
Imagem 103 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "Output:Variable".	68
Imagem 104 - Print da tela inicial do EnergyPlus.	69
Imagem 105 - Tela preta do processamento da simulação.....	70
Imagem 106 - Tela final avisando que a simulação foi concluída, com o relatório final.	70
Imagem 107 - Tela inicial do <i>EnergyPlus</i> com novas ferramentas desbloqueadas após a primeira simulação.....	71
Imagem 108 - Print do relatório de erros.	71
Imagem 109 - Print de arquivos gerados após a primeira simulação.....	72
Imagem 110 - Print do IDF Editor do EnergyPlus com a inserção dos dados de saída no Output.	73
Imagem 111 - Print do arquivo gerado pelo IDF Editor.	73
Imagem 112 - Print da tabela excel gerada pelo IDF Editor já convertida para a língua portuguesa.....	74

1. INTRODUÇÃO

1.1. O que é o EnergyPlus?

O *EnergyPlus* é um programa computacional que foi criado e distribuído pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos com o objetivo de simular e analisar a carga energética de uma edificação ou de um sistema. O que faz dele um bom programa de simulação é o fato de apresentar características variadas e soluções simultâneas e integradas, podendo serem definidas e alteradas pelo seu usuário. Assim, intervalos de tempo, arquivos de entrada e saída, por exemplo, assim como condições do ambiente existente, e outros, podem ser introduzidos tornando uma simulação mais completa.

1.2. A importância do uso de programas de simulações no estudo da arquitetura

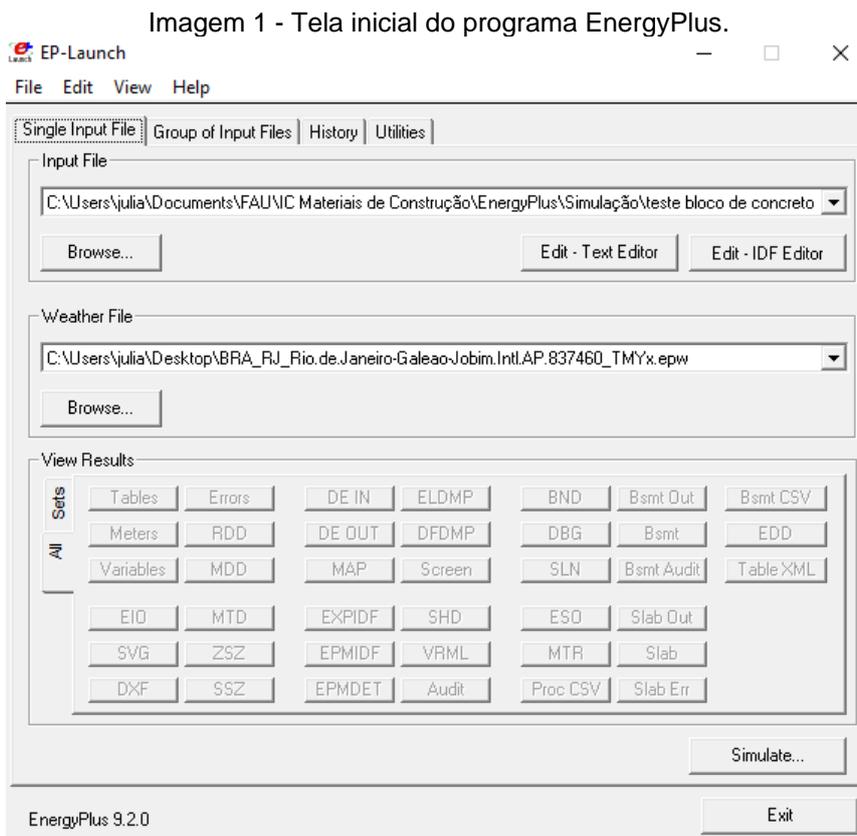
A fase de concepção dos ambientes de uma edificação tem bastante importância no curso de arquitetura, pois a materialidade da envoltória assume o papel de interface entre o meio interno e externo, e que irá refletir no conforto dos usuários. Portanto, a escolha e o uso adequado dos materiais nos processos construtivos é uma variável que deve ser pensada na análise de desempenho termoenergético da edificação, visto que seu uso, sem o conhecimento prévio de suas propriedades termofísicas leva, entre outros fatores, a um desconforto térmico interno, aumentando o uso da climatização artificial, e conseqüentemente, a demanda energética.

Logo, de forma a conceber uma arquitetura mais adequada ao clima, a utilização de programas de simulação térmica tem bastante eficiência neste tema, já que auxilia na prevenção de possíveis alterações posteriores de projeto.

2. INSTALAÇÃO DO PROGRAMA E PLUGINS

Para realizar uma simulação computacional utilizando o programa *EnergyPlus*, é necessário baixar o mesmo no site <https://energyplus.net/downloads> (2022). Nele, é possível escolher qual versão do programa baixar (podendo ser a mais recente ou uma mais antiga). É importante se atentar para qual versão do *EnergyPlus* é compatível com outros programas que serão usados, como será visto adiante (Imagem 2). Todas as versões estão disponíveis para *Windows* ou *Mac*.

Após realizado o download, vá até a sua pasta de “*Downloads*” no seu computador e execute o programa, seguindo o passo a passo que aparecerá em sua tela. Ao final dessa etapa, abra o programa para verificar se está funcionando corretamente (Imagem 1).



Fonte: As autoras.

Para a modelagem do projeto que será analisado, serão necessários os programas *Autocad* (para realização das plantas e fachadas) e *Sketch Up* (versão 2016 ou 2017). Além desses, será necessária a instalação de um plugin chamado *Euclid*, que irá permitir a criação de uma interface entre *EnergyPlus* e *Sketch Up*, possibilitando a modelagem. É possível realizar seu download no site: <https://bigladdersoftware.com/projects/euclid/>.

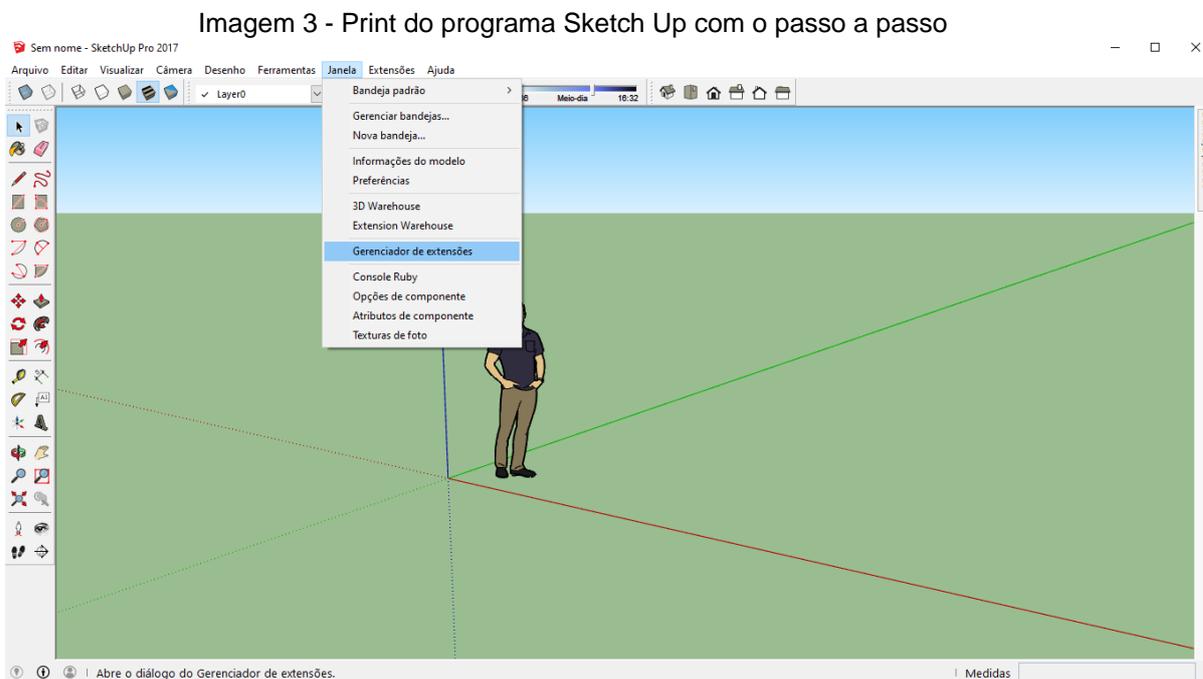
ATENÇÃO! É importante ficar atento a qual versão do plugin é compatível com a versão instalada do *EnergyPlus*. Verifique abaixo, na Imagem 2, a compatibilização das versões.

Imagem 2 - Tabela com as versões compatíveis.

Downloads		
Euclid	EnergyPlus	SketchUp
0.9.4.3	9.3 - 9.5	2016 - 2017
0.9.4.2	9.2	2016 - 2017
0.9.4.1	9.0.1 - 9.1	2016 - 2017
0.9.3	8.7 - 8.9	2016 - 2017
0.9.2	8.6	2016 - 2017
0.9.1	8.6	2016 - 2017
0.9.0	8.4 - 8.5	8 (Google) - 2015 (Trimble)

Fonte: Bigladder software, 2022.

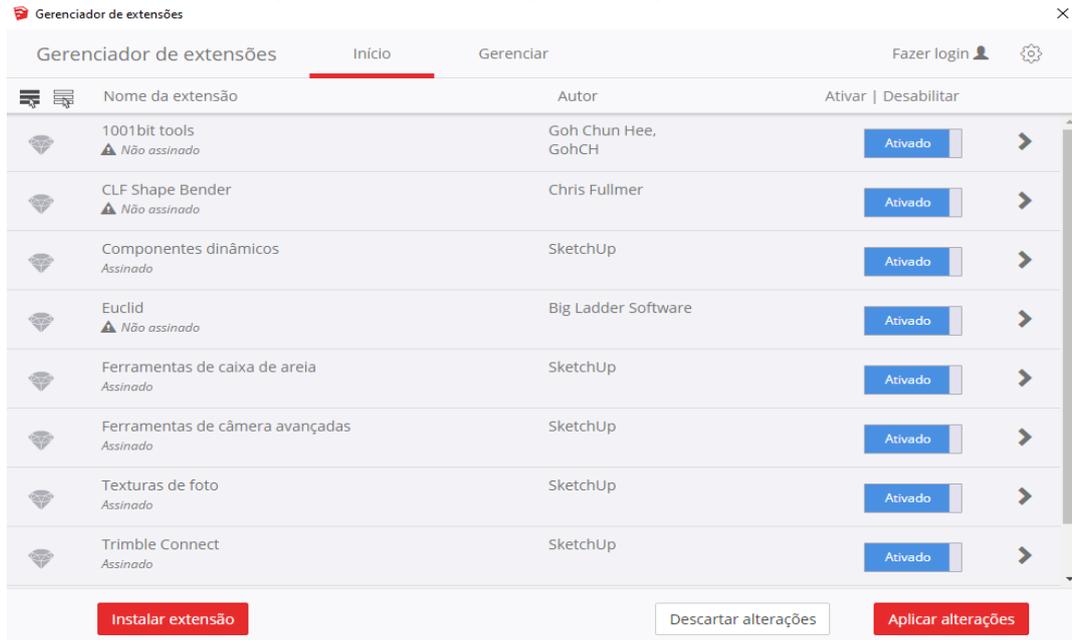
Após baixar o plugin, abra o *Sketch Up* para adicionar essa extensão ao seu programa. Clique em “*janela*” e depois em “*gerenciador de extensões*”, conforme a Imagem 3.



. Fonte: As autoras.

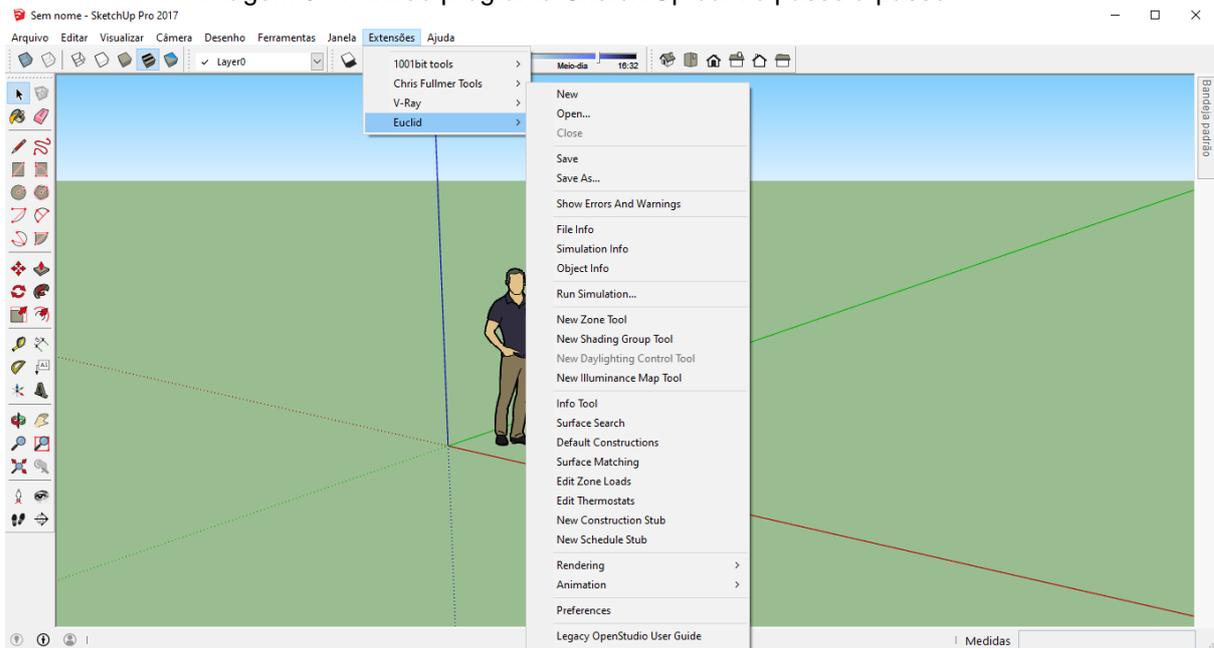
Clique em “*instalar extensão*” e busque onde você realizou o download do plugin *Euclid* no computador (é provável que esteja na pasta “*downloads*”). Selecione o arquivo do plugin, dê “*ok*”, ative a extensão na barra de “*ativar/desabilitar*” e clique em “*aplicar alterações*” (Imagem 4). Para saber se realizou todo o passo a passo corretamente, vá até a aba “*extensões*” e verifique se o plugin *Euclid* se encontra ali, conforme a Imagem 5.

Imagem 4 - Print da ativação do plugin.



Fonte: As autoras.

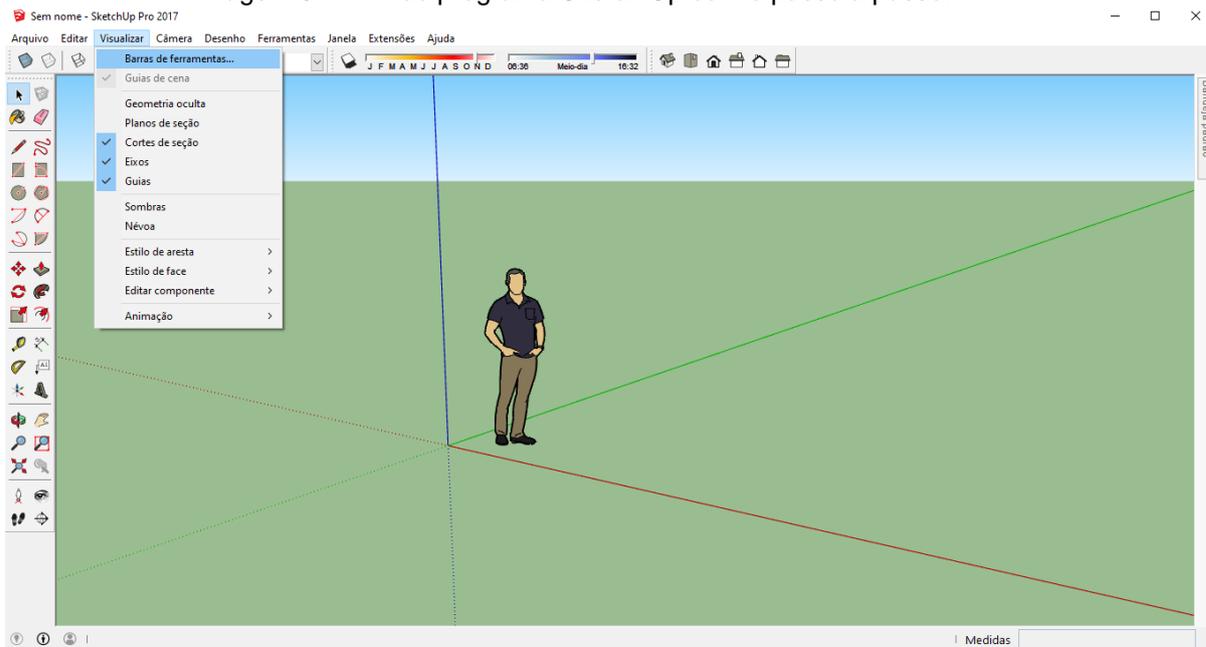
Imagem 5 - Print do programa Sketch Up com o passo a passo



. Fonte: As autoras.

Para fixar as ferramentas do *Euclid* na barra principal e facilitar seu uso, clique em “visualizar” e depois em “barra de ferramentas”, conforme a Imagem 6.

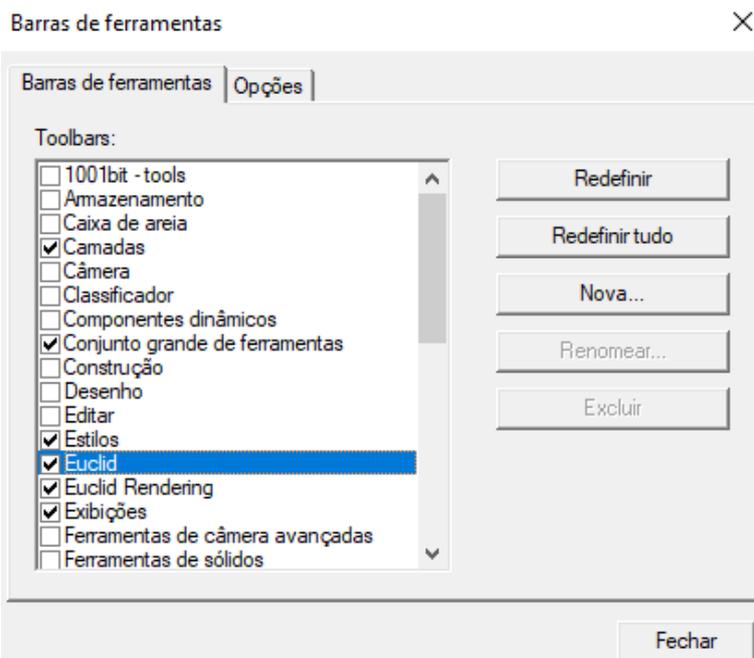
Imagem 6 - Print do programa Sketch Up com o passo a passo.



Fonte: As autoras.

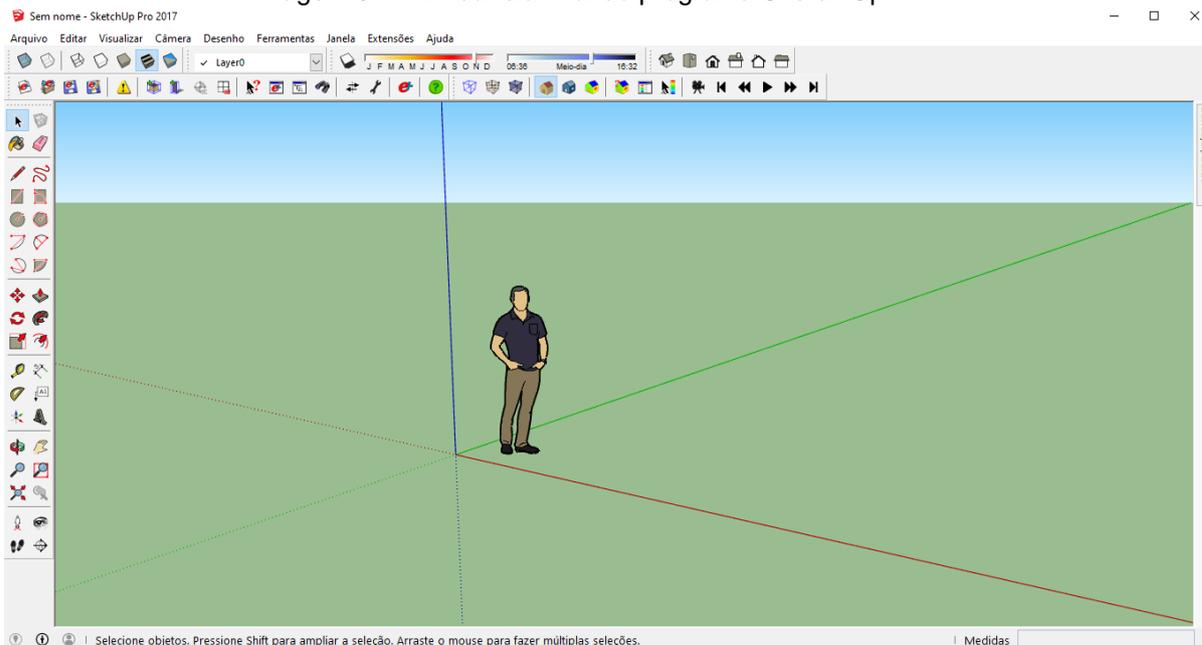
Ative as opções “*Euclid*” e “*Euclid Rendering*” (Imagem 7). Ao clicar nelas, automaticamente as barras de ferramentas irão aparecer na tela. Depois é só movê-las e posicioná-las no local de sua preferência (Imagem 8).

Imagem 7 - Print da aba de ferramentas do Sketch Up.



Fonte: As autoras.

Imagem 8 - Print da tela final do programa Sketch Up.



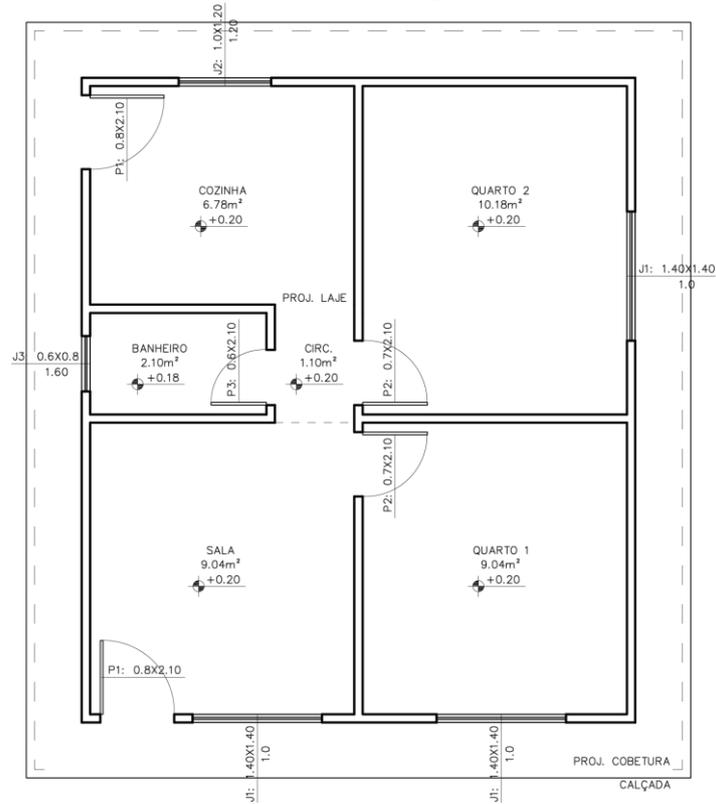
Fonte: As autoras.

3. MODELAGEM

Para a modelagem do projeto, é preciso ter as plantas e fachadas no *Autocad*. Após realizada essa etapa, as plantas precisam ser simplificadas, ou seja, é necessário retirar as espessuras da parede. Isso porque, durante a modelagem, o *EnergyPlus* considera um plano como parede (Imagem 9 a Imagem 15). Logo, é importante entender para qual direção você irá posicionar a espessura de parede, aumentando consequentemente os cômodos. Dê preferência por aumentar os espaços menos importantes, como corredores, hall ou banheiros.

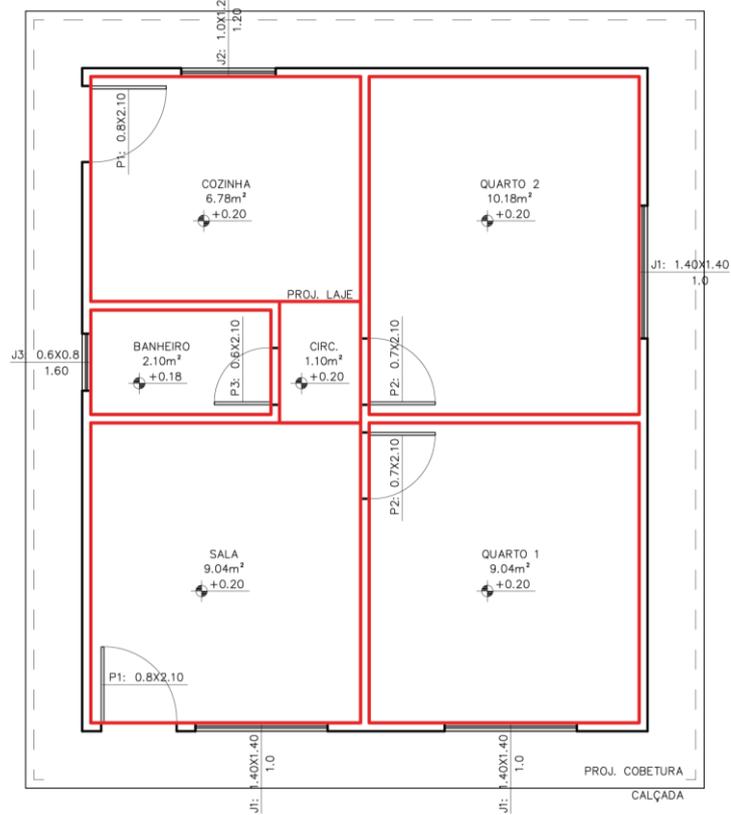
OBSERVAÇÃO! Como projeto escolhido para a simulação explicada neste manual, temos o projeto padrão unifamiliar de casas populares de 42m² do programa Minha Casa Minha Vida da Caixa Econômica Federal de janeiro de 2007, em Vitória (Espírito Santo).

Imagem 9 - Planta baixa da casa unifamiliar do programa Minha Casa Minha Vida da CEF.



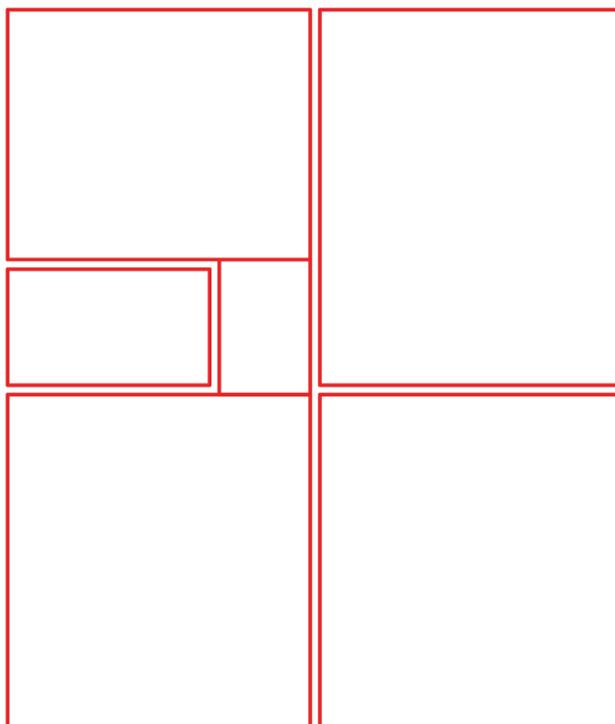
. Fonte: As autoras.

Imagem 10 - Planta baixa com apenas as paredes internas em destaque



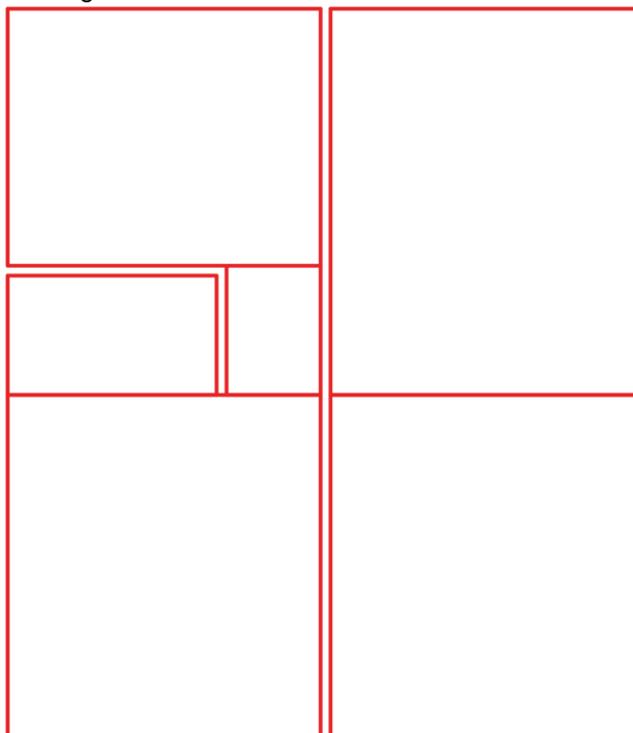
. Fonte: As autoras.

Imagem 11 - Visualização apenas das linhas divisórias destacadas em vermelho



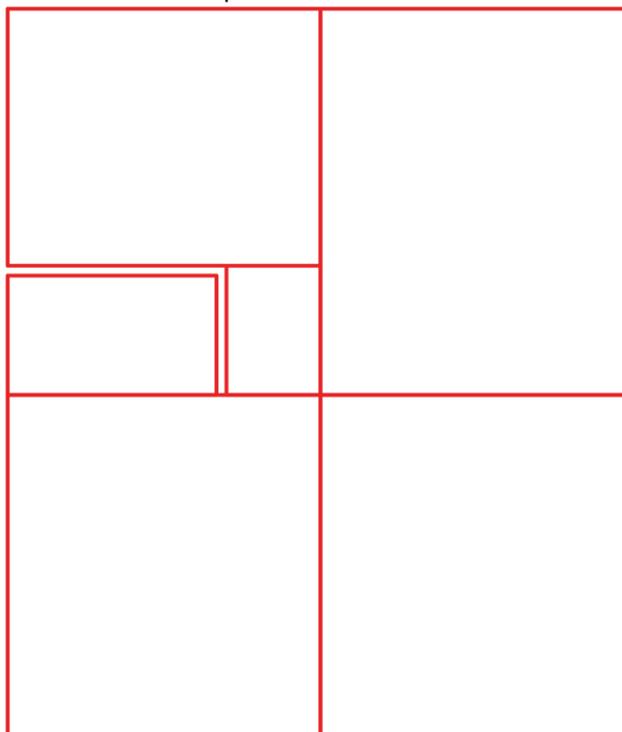
. Fonte: As autoras.

Imagem 12 - Alinhamento das linhas horizontais



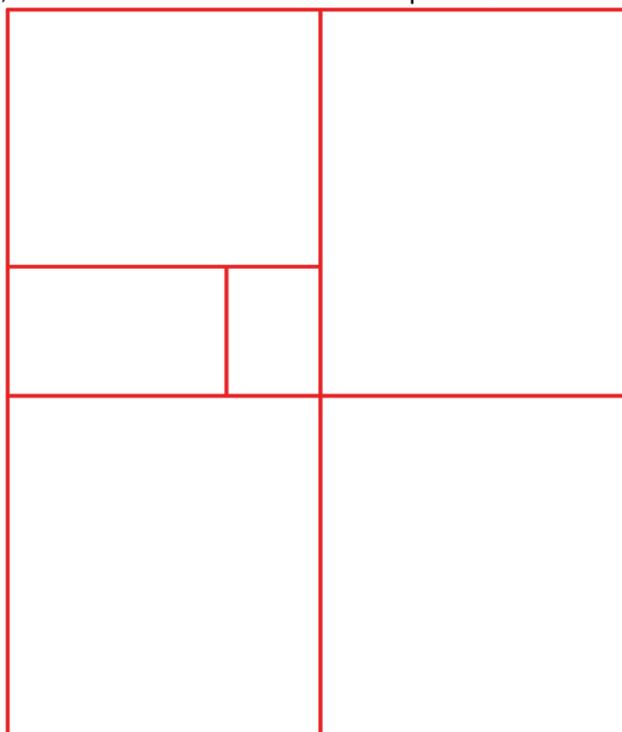
. Fonte: As autoras.

Imagem 13 - Alinhamento das linhas verticais com alteração do espaço dos cômodos da direita para a esquerda ou vice-versa.



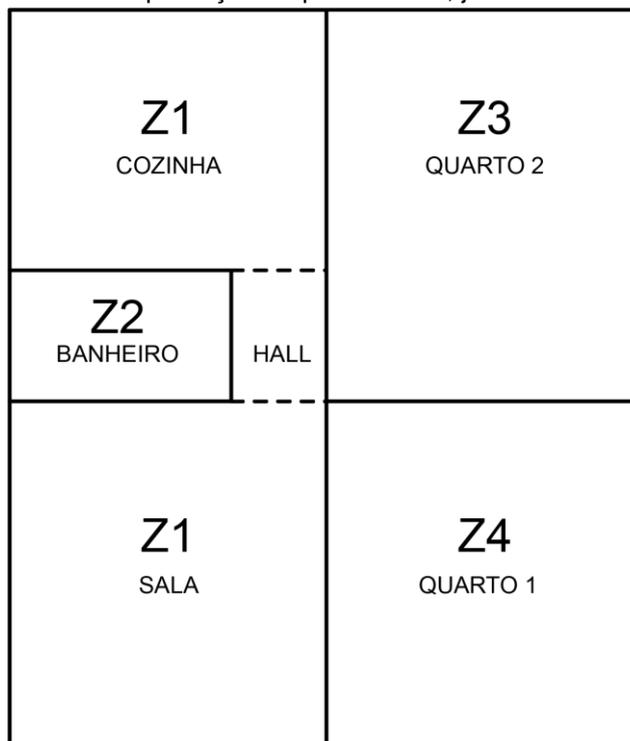
Fonte: As autoras.

Imagem 14 - Por fim, aumente o tamanho do banheiro para eliminar a linha dupla das paredes



. Fonte: As autoras.

Imagem 15 - Imagem final da simplificação da planta baixa, já com as zonas térmicas separadas.

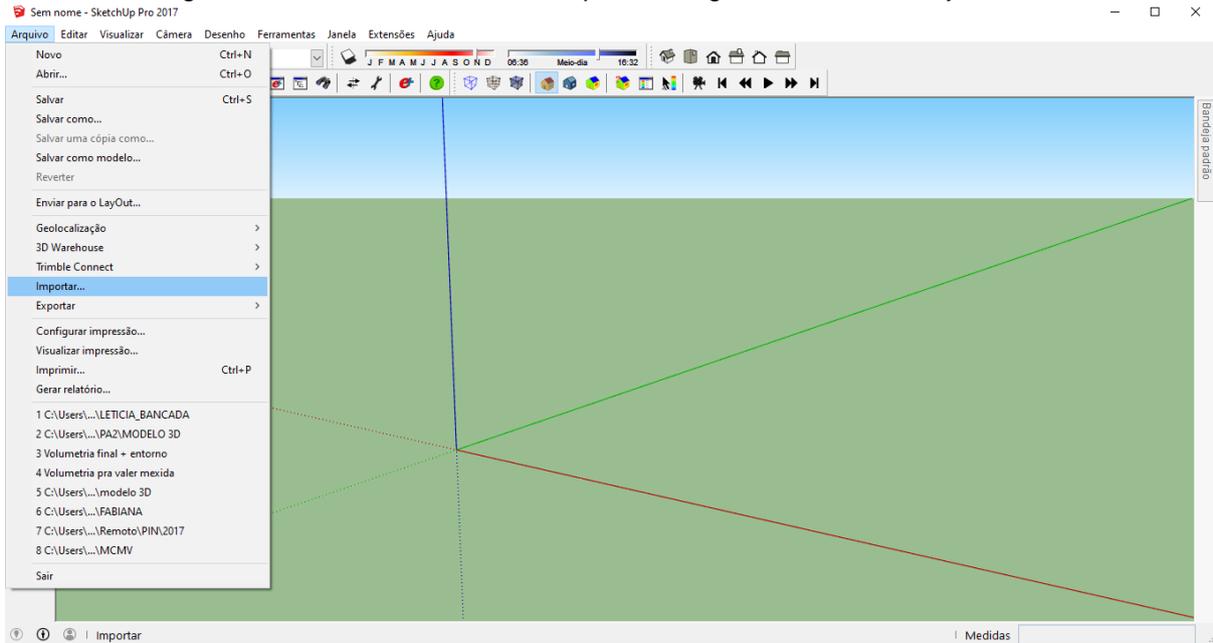


Fonte: As autoras.

Passando para o *Sketch Up*, importe as plantas para começar a modelagem, conforme o passo a passo da Imagem 16 a Imagem 19. É importante salvar o arquivo *Autocad* (dwg) em uma versão compatível ou mais antiga que a versão do *Sketch Up* usada para modelagem (versão 2016 ou 2017). É recomendável salvar o arquivo dwg na versão 2013.

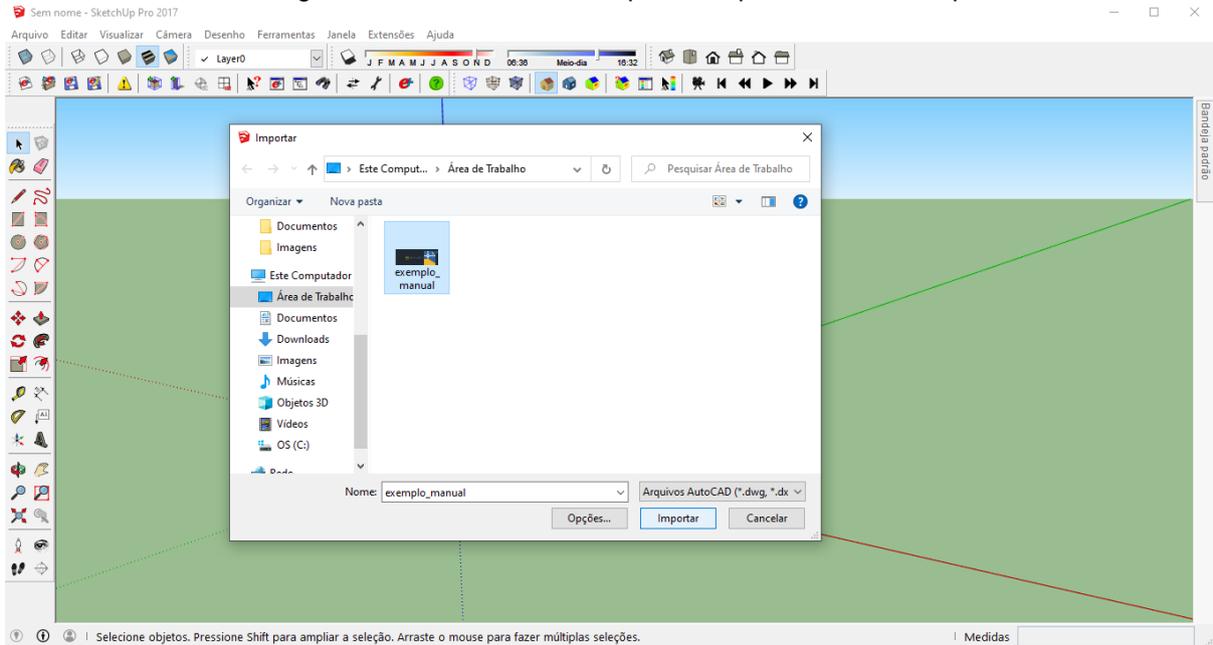
IMPORTANTE! Antes de importar, exclua a figura humana (com o botão “delete” sobre a imagem) que geralmente aparece ao iniciarmos o *Sketch Up*. Ao não excluí-la, o programa gera um bug tardio quando você precisar abrir seu arquivo posteriormente após a modelagem já ter sido realizada. Neste caso, você teria que refazer a modelagem novamente, uma vez que o arquivo feito anteriormente não conseguiu ser aberto.

Imagem 16 - Print da tela do SketchUp, com a figura humana inicial já excluída.



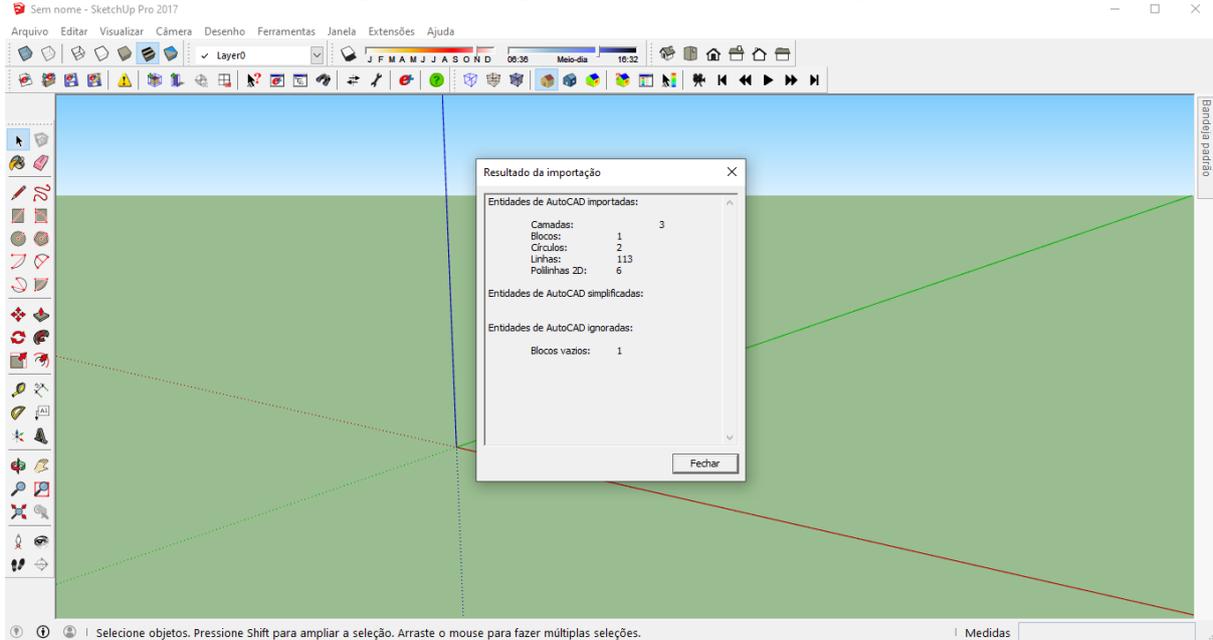
Fonte: As autoras.

Imagem 17 - Print da aba de importar arquivos do SketchUp



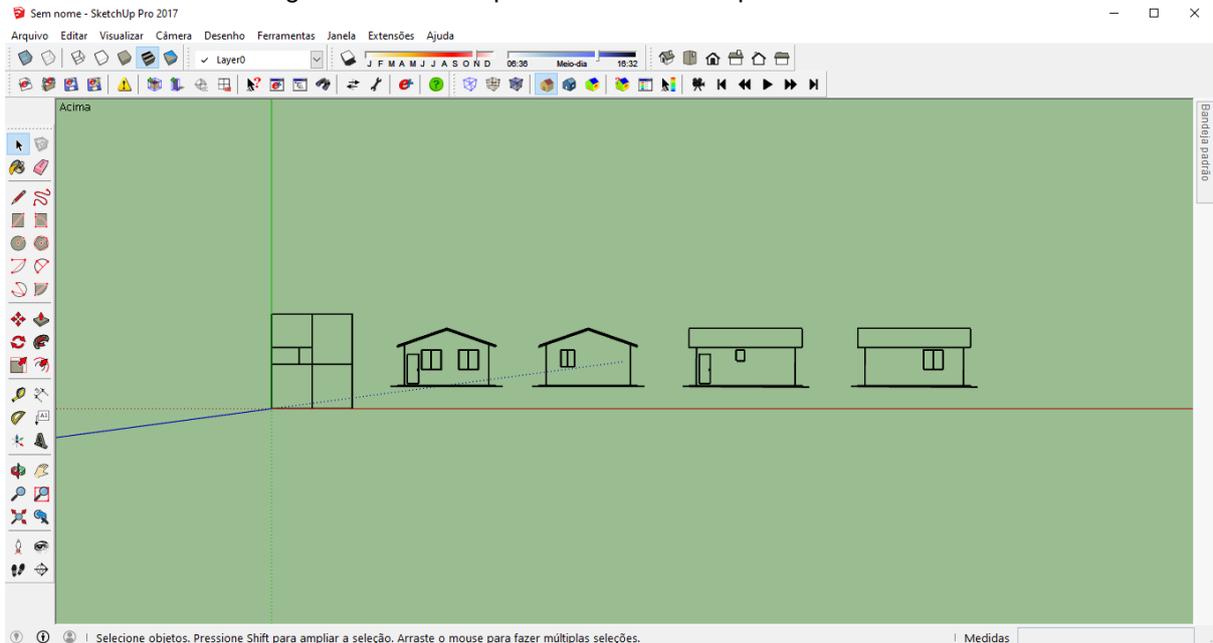
. Fonte: As autoras.

Imagem 18 - Imagem do processo de importação.



Fonte: As autoras.

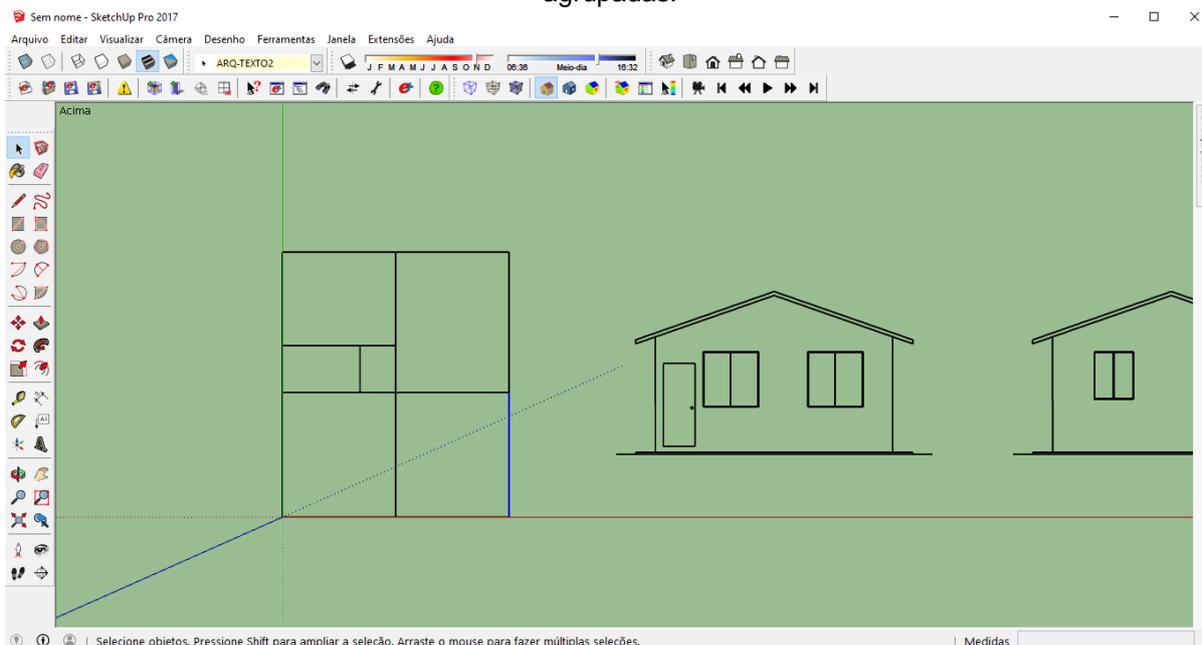
Imagem 19 - Vista superior do material importado do Autocad.



Fonte: As autoras.

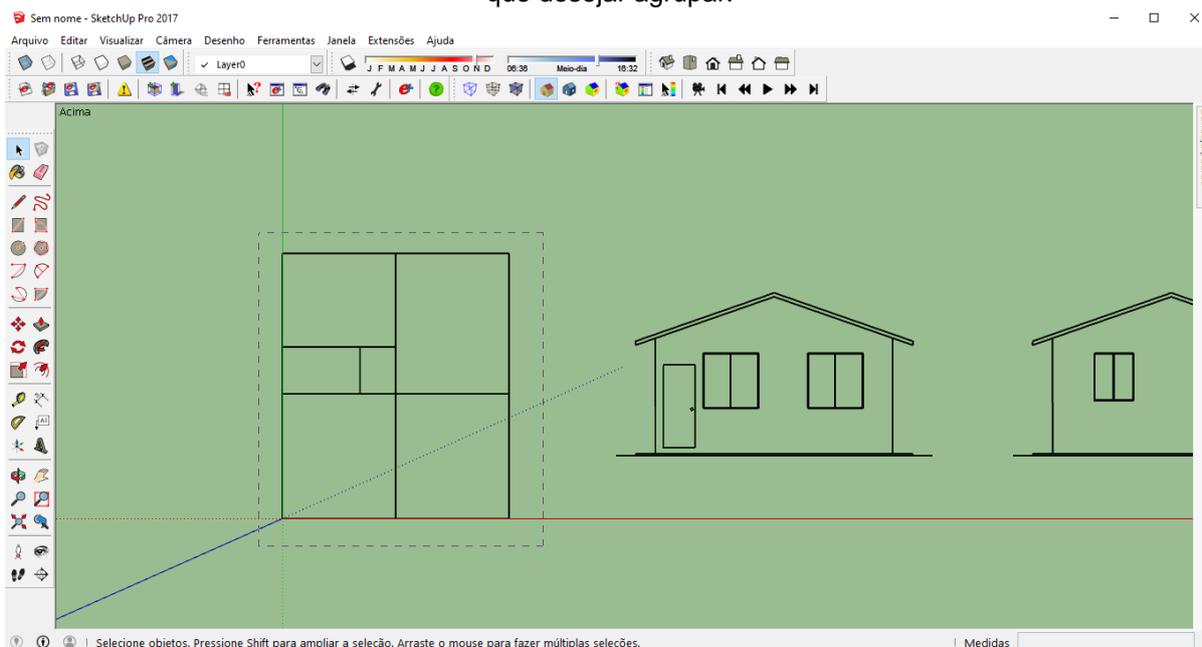
Caso as linhas da planta baixa fiquem explodidas (separadas), agrupe tudo num grupo para ficar mais fácil de mover e ajudar na modelagem, conforme o passo a passo abaixo (Imagem 20 a Imagem 23). O mesmo pode ser feito com as fachadas (que além dessa etapa, precisarão ser rotacionadas, conforme Imagem 24 a Imagem 28).

Imagem 20 - Se ao clicar no desenho, apenas uma única linha for selecionada (linha destacada em azul), significa que a planta baixa está particionada, ou seja, as linhas divisórias não estão agrupadas.



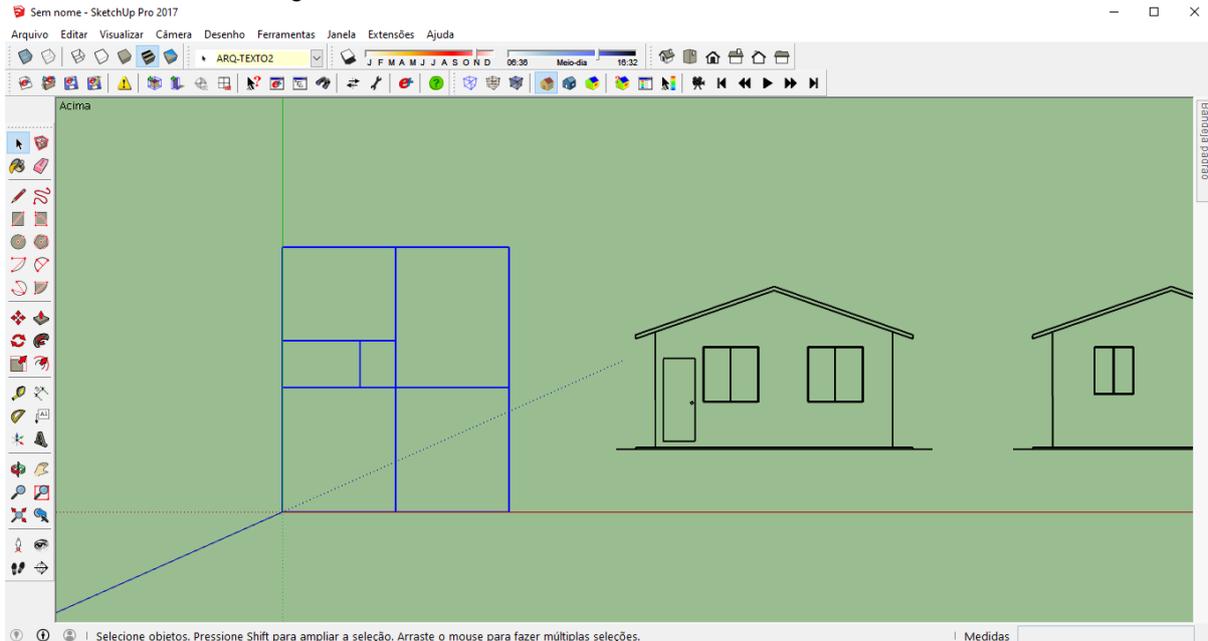
Fonte: As autoras.

Imagem 21 - Com o scroll do mouse selecionado, arraste da direita para a esquerda sobre o desenho que desejar agrupar.



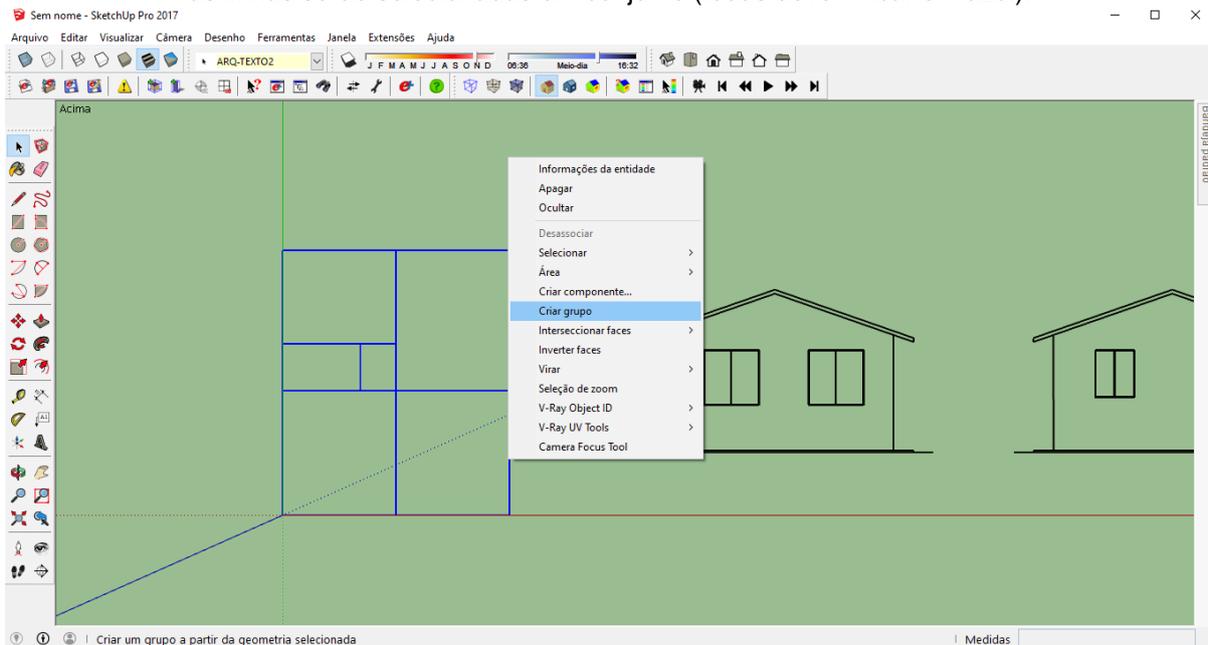
Fonte: As autoras.

Imagem 22 - Print com o desenho todo selecionado, em azul.



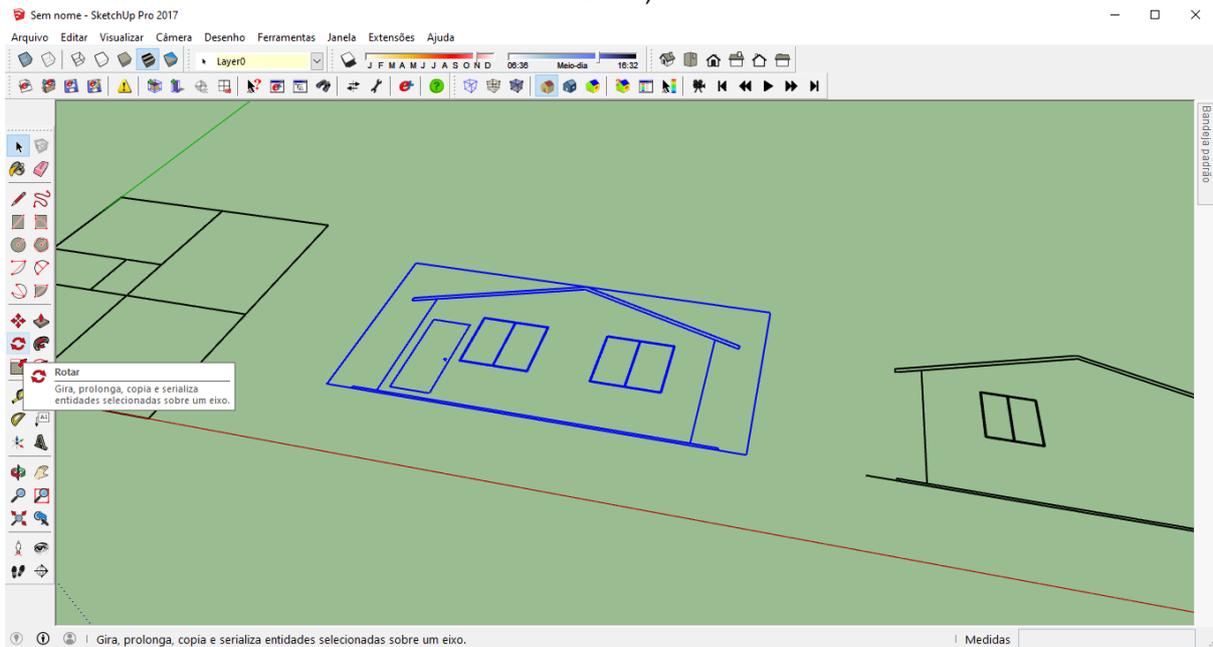
Fonte: As autoras.

Imagem 23 - Com o botão direito do mouse, clique sobre o desenho selecionado e, em seguida, clique em "Criar grupo". Para saber se funcionou, clique novamente no desenho e observe se todas as linhas serão selecionadas em conjunto (todas devem ficar em azul).



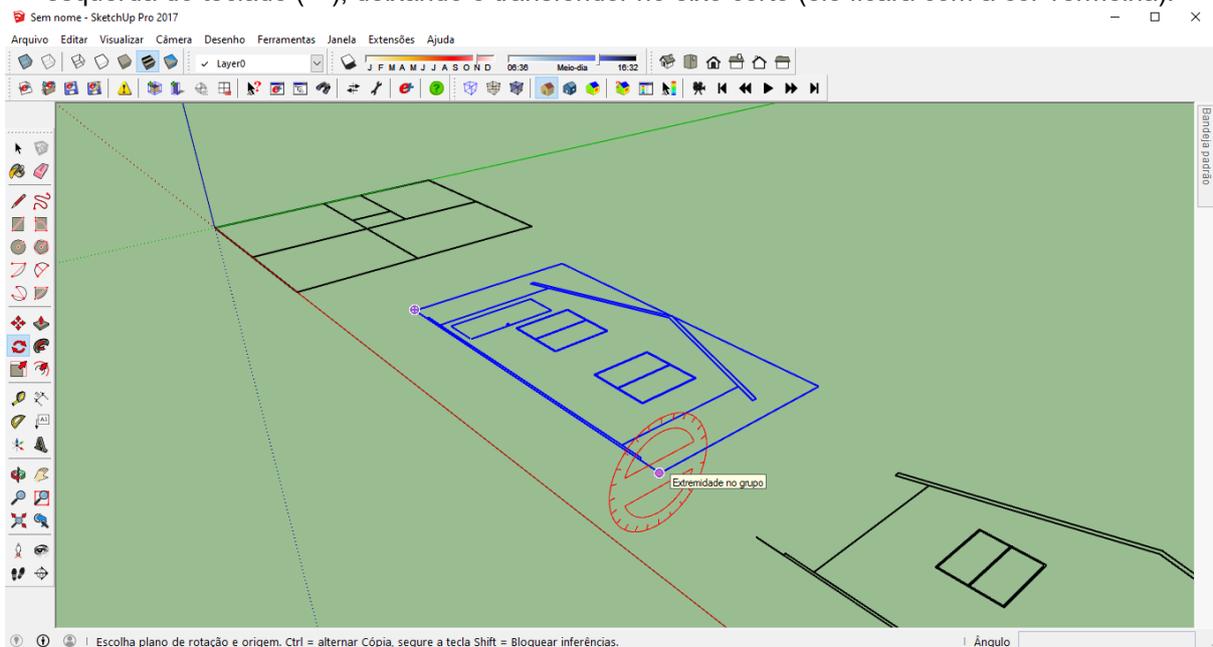
Fonte: As autoras.

Imagem 24 - Com a fachada selecionada e agrupada, selecione a ferramenta *rotar* (atalho Q do teclado).



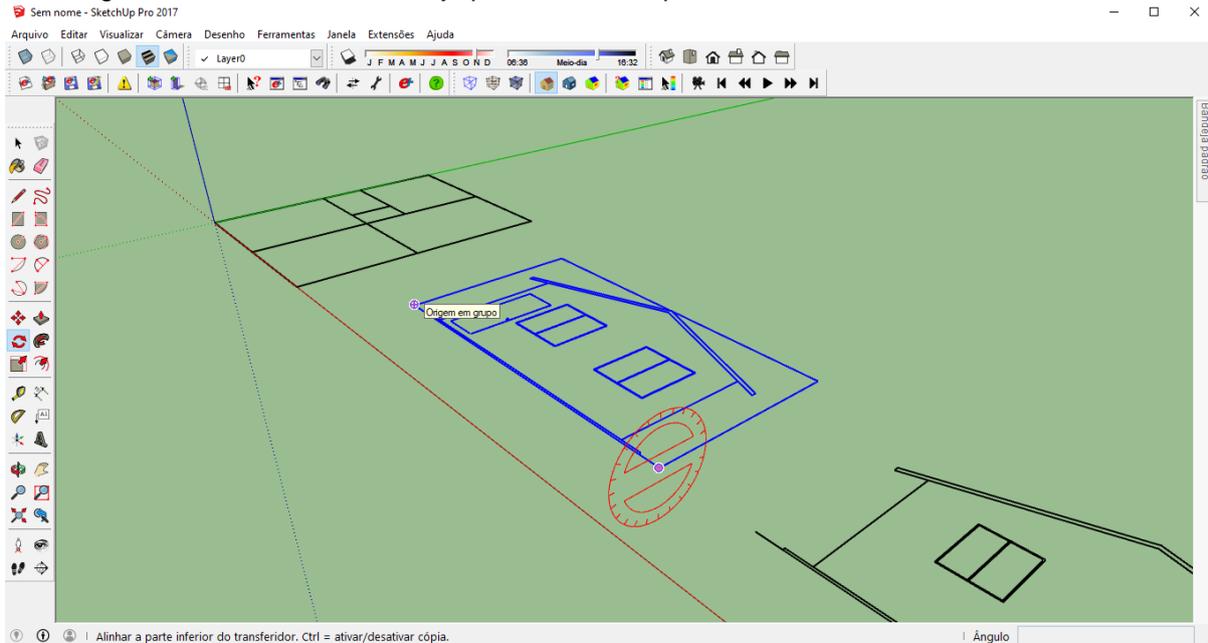
Fonte: As autoras.

Imagem 25 - Posicione o transferidor numa das extremidades do desenho e aperte a tecla para a esquerda do teclado (←), deixando o transferidor no eixo certo (ele ficará com a cor vermelha).



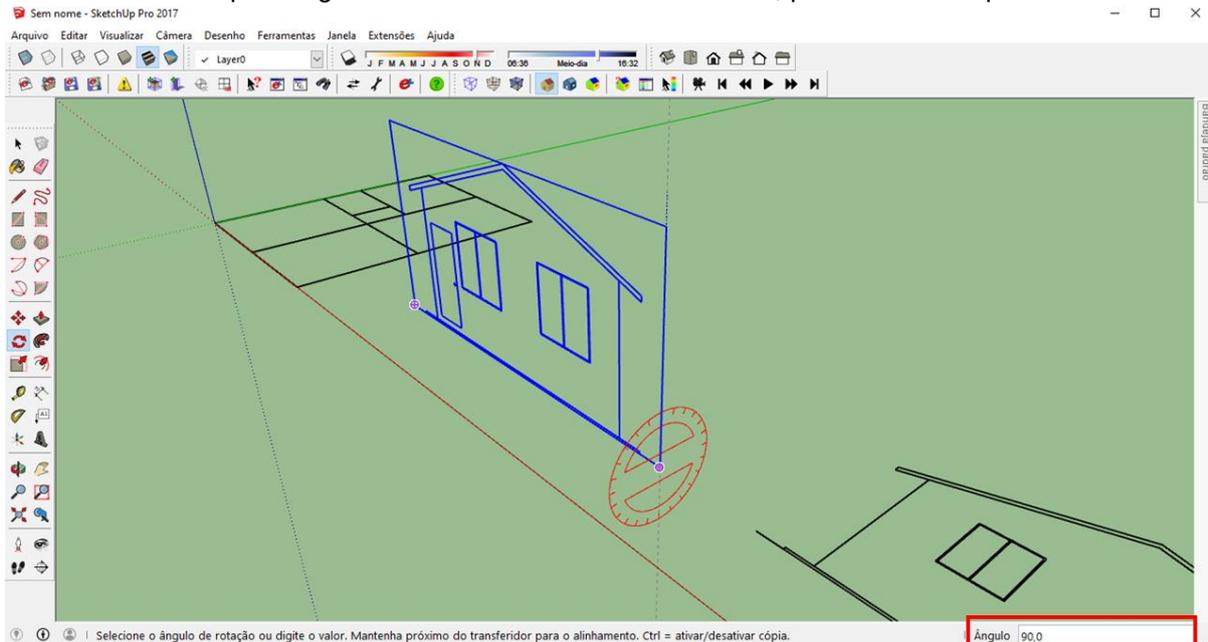
Fonte: As autoras.

Imagem 26 - Com o transferidor já posicionado, clique na outra extremidade do seu desenho.



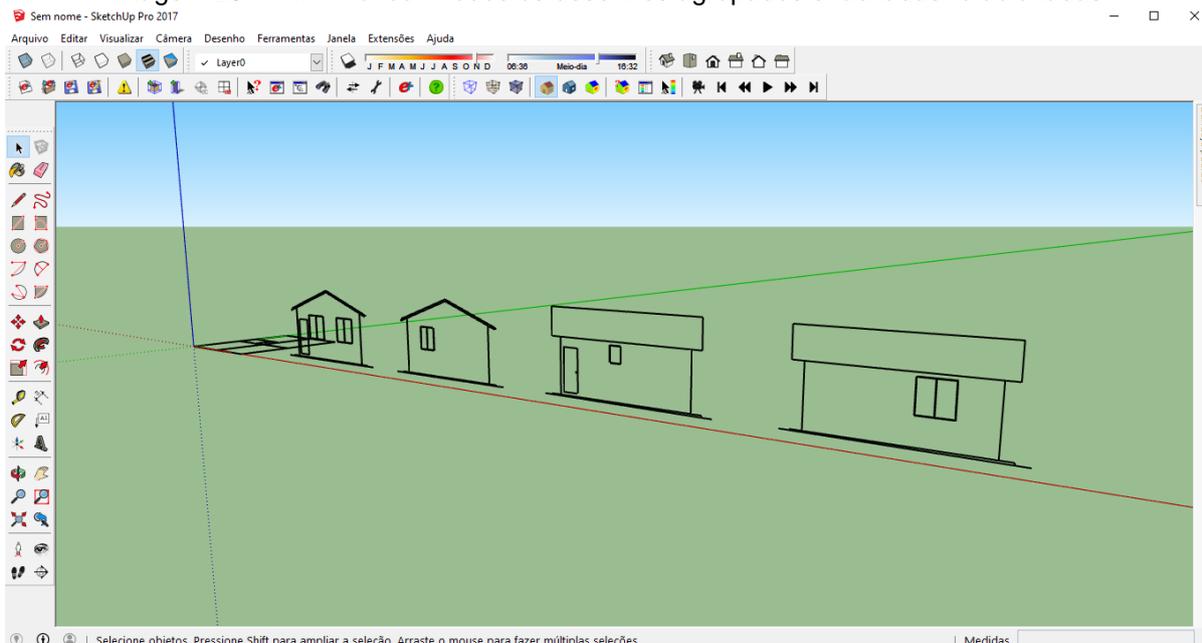
Fonte: As autoras.

Imagem 27 - Rotacionando no eixo azul (vertical), gire até obter a angulação de sua escolha. Você também pode digitar "90" na caixa inferior na direita, para uma maior precisão.



Fonte: As autoras.

Imagem 28 - Print final com todos os desenhos agrupados e fachadas rotacionadas.

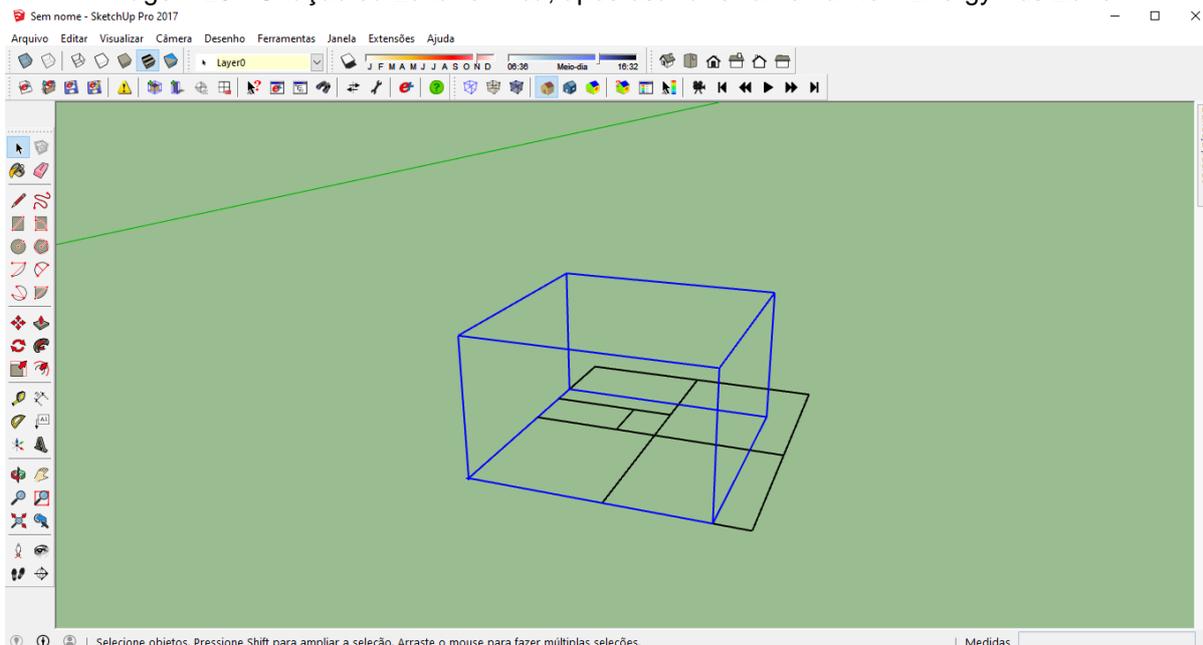


Fonte: As autoras.

Para começar a modelagem, clique no ícone *New EnergyPlus Zone*  do plugin *Euclid* e clique em qualquer lugar da tela. É importante entender que será preciso criar uma zona térmica dessa para cada cômodo do projeto analisado. Após criada a zona, irá aparecer um cubo só com as arestas em azul, conforme Imagem 29. Clique duas vezes nele para entrar na zona térmica (as arestas irão se tornar tracejadas, conforme a Imagem 30). Agora, dentro da zona térmica, é que você irá modelar o cômodo. Com a ferramenta *Retângulo* do *Sketch Up*, desenha o formato do cômodo por cima da planta baixa (Imagem 31). Depois, com a ferramenta *Empurrar/Puxar*, coloque o pé direito do projeto (Imagem 32). Como resultado, irá aparecer um bloco com as faces externas num tom amarelo e a face superior num tom marrom avermelhado, conforme Imagem 33. Repita o processo para cada cômodo, lembrando sempre de criar uma nova zona térmica (Imagem 34).

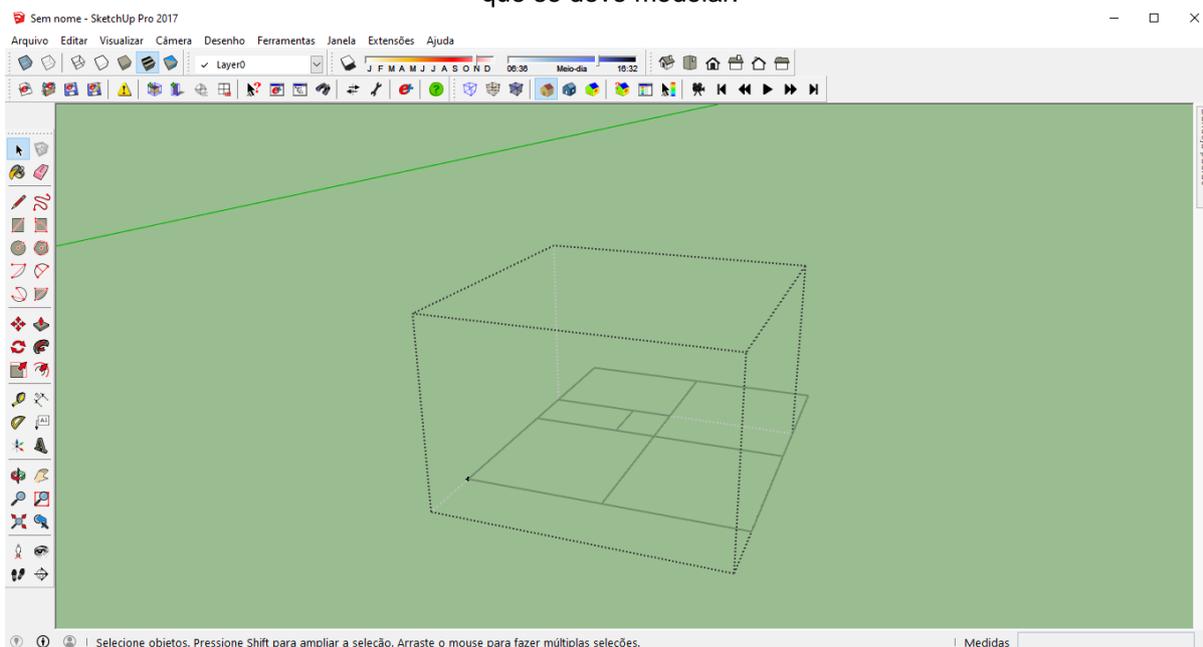
ATENÇÃO! Caso seu bloco não tenha aparecido com essas cores (se tiver permanecido branco/cinza), significa que você está modelando fora da Zona Térmica (Imagem 35).

Imagem 29 - Criação da zona térmica, após usar a ferramenta New EnergyPlus Zone.



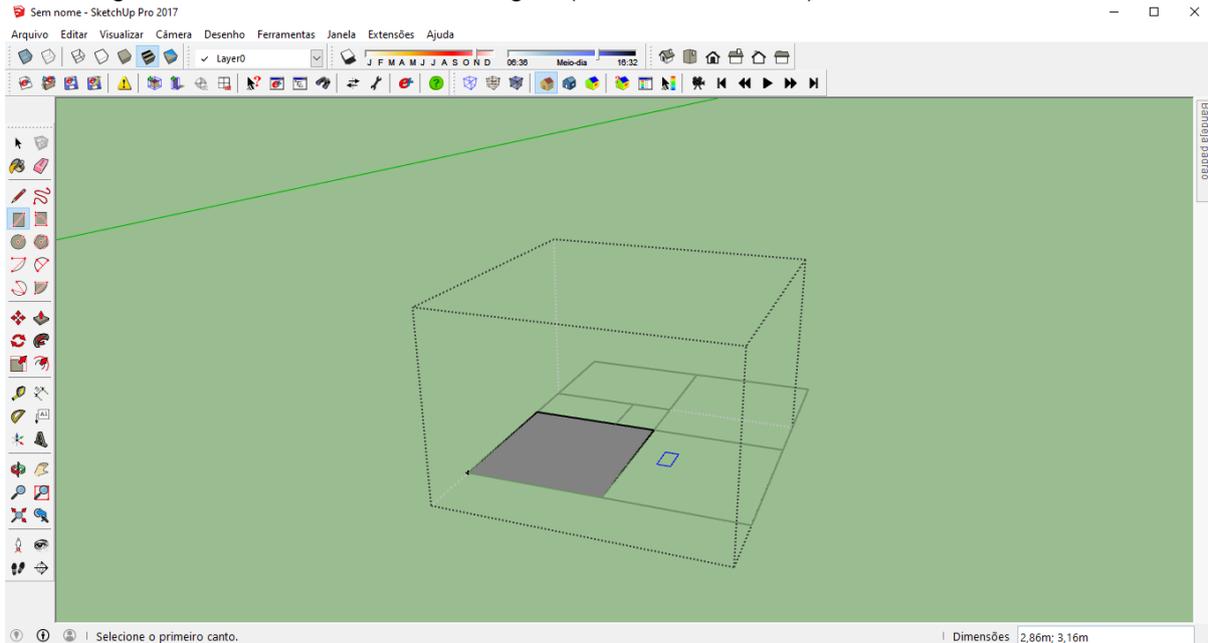
Fonte: As autoras.

Imagem 30 - Print com a zona térmica selecionada. É dentro desse espaço com as linhas tracejadas que se deve modelar.



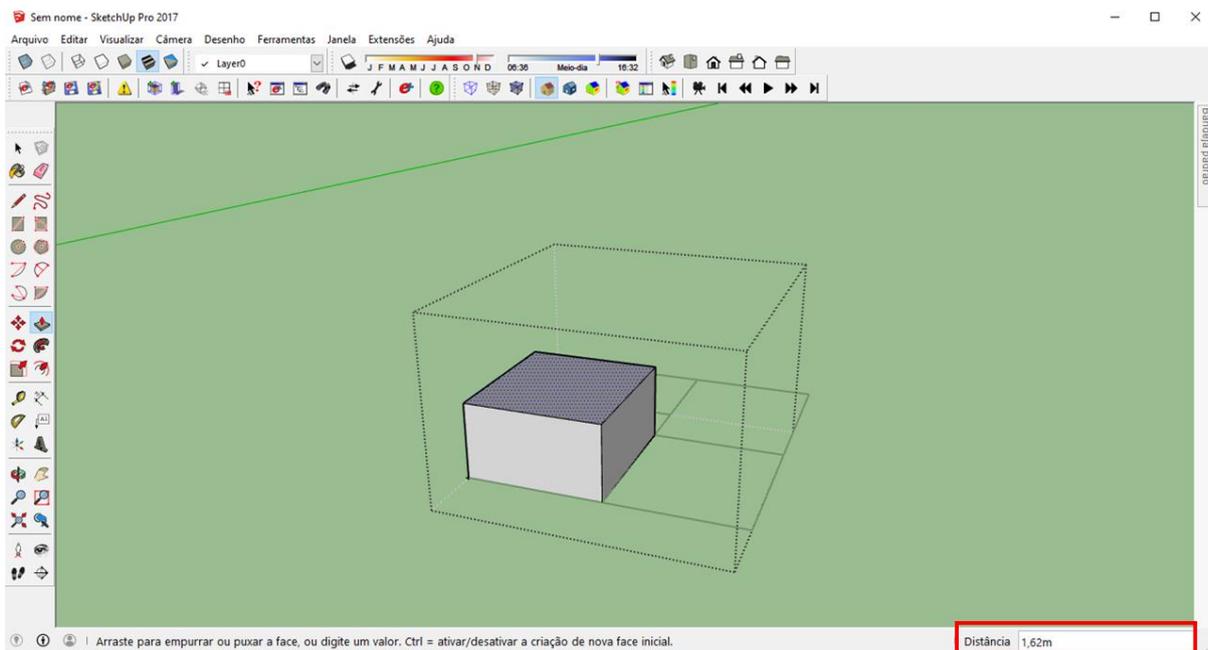
Fonte: As autoras.

Imagem 31 - Com a ferramenta retângulo (atalho R do teclado), desenhe um dos cômodos.



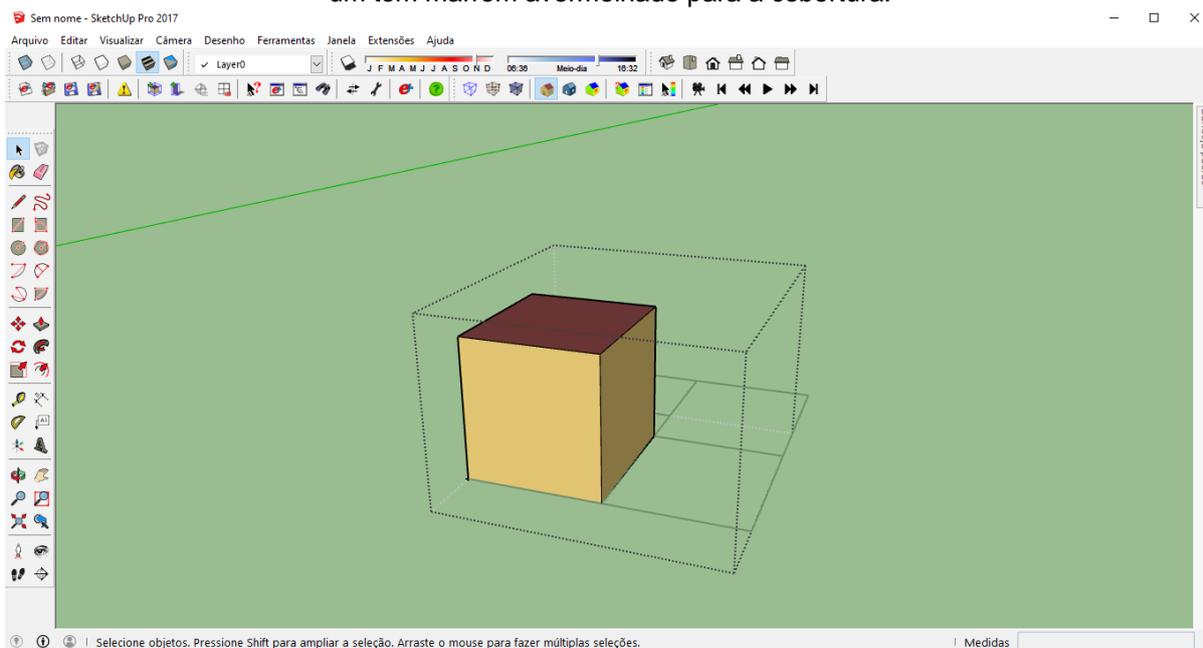
Fonte: As autoras.

Imagem 32 - Ainda dentro da zona térmica (observe as linhas tracejadas), utilize a ferramenta empurrar/puxar (atalho P do teclado) para dar volume ao seu cômodo. Você também pode digitar o valor do pé direito na caixa inferior na direita, para maior precisão.



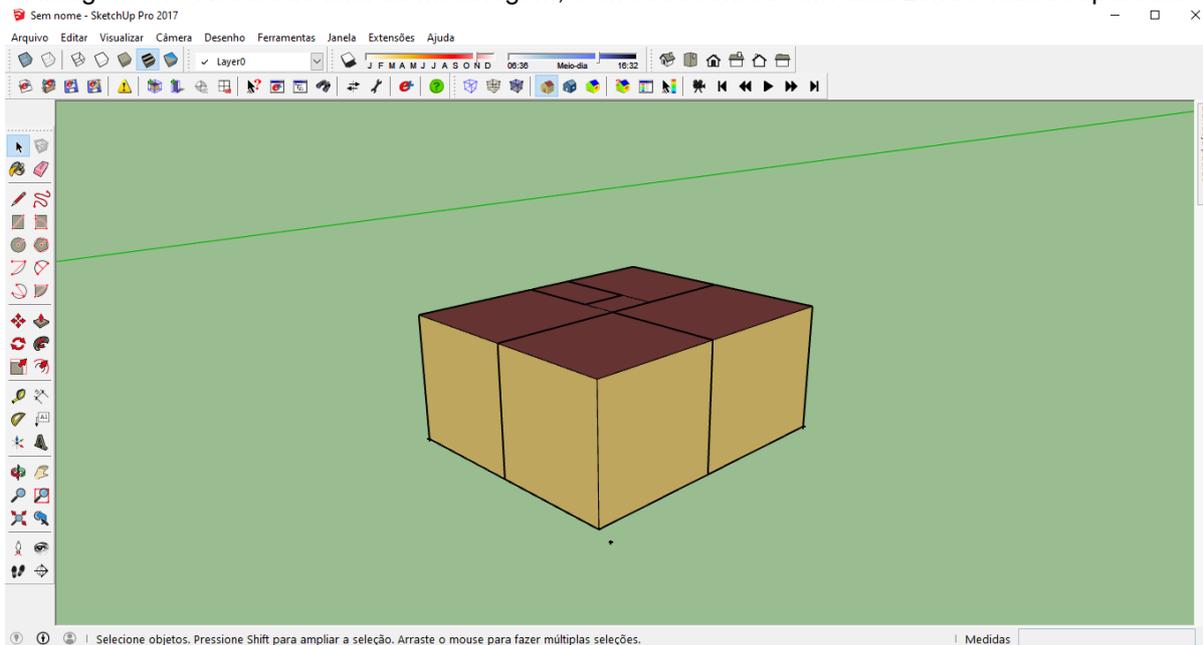
Fonte: As autoras.

Imagem 33 - Print com o resultado final. Observe o esquema de cores: amarelo para as paredes e um tom marrom avermelhado para a cobertura.



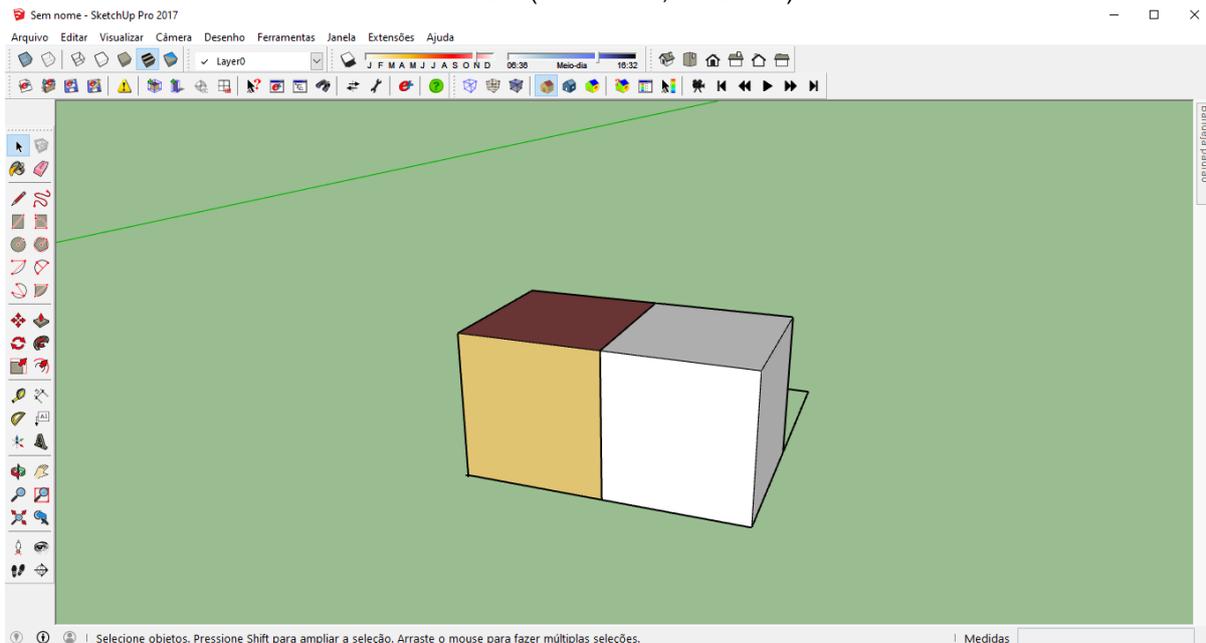
Fonte: As autoras.

Imagem 34 - Resultado final da modelagem, com cada cômodo em uma zona térmica separada.



Fonte: As autoras.

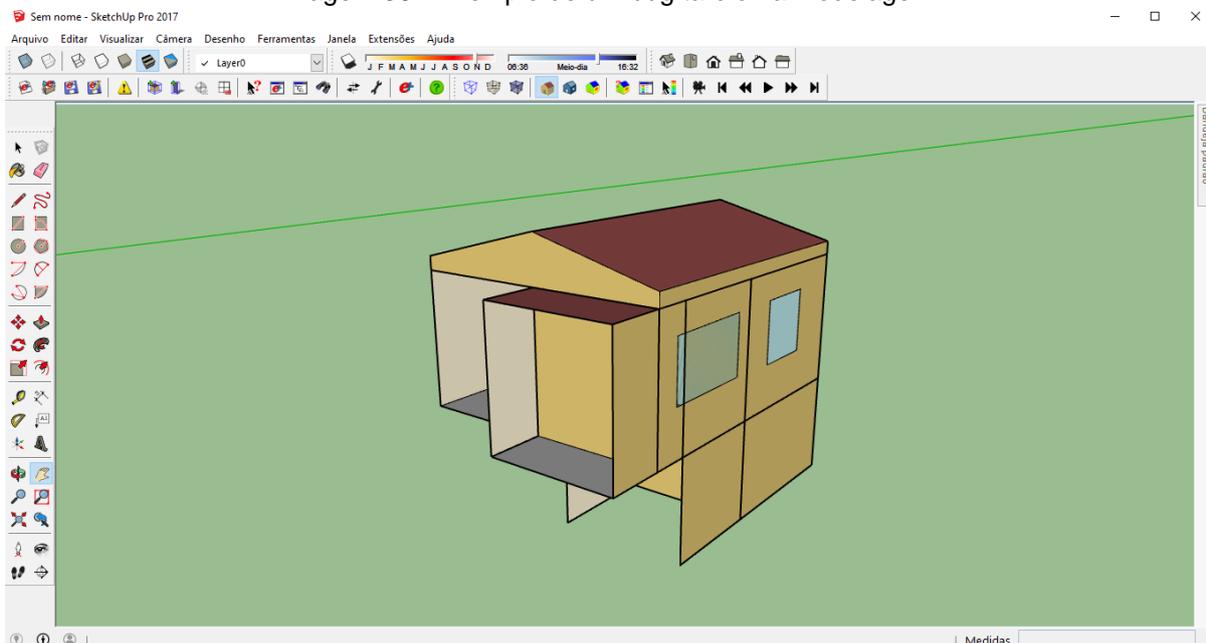
Imagem 35 - Diferença entre a modelagem correta (com cores, na esquerda) e uma modelagem incorreta (sem cores, na direita).



Fonte: As autoras.

ATENÇÃO! Caso você erre algum procedimento, **NÃO DÊ CTRL Z** para apagar. Esse comando gera um bug tardio na sua modelagem. Por exemplo, ao abrir o *Sketch Up* futuramente, o projeto modelado irá aparecer com as portas e janelas em locais diferentes (conforme a Imagem 36) e você precisará modelar tudo novamente. Por isso, **fique atento**: caso dê CTRL Z, feche o programa e recomece a modelagem. Para apagar erros, apenas clique nas linhas e dê *DELETE* (ou use a ferramenta de borracha do *Sketch Up*).

Imagem 36 - Exemplo de um bug tardio na modelagem.

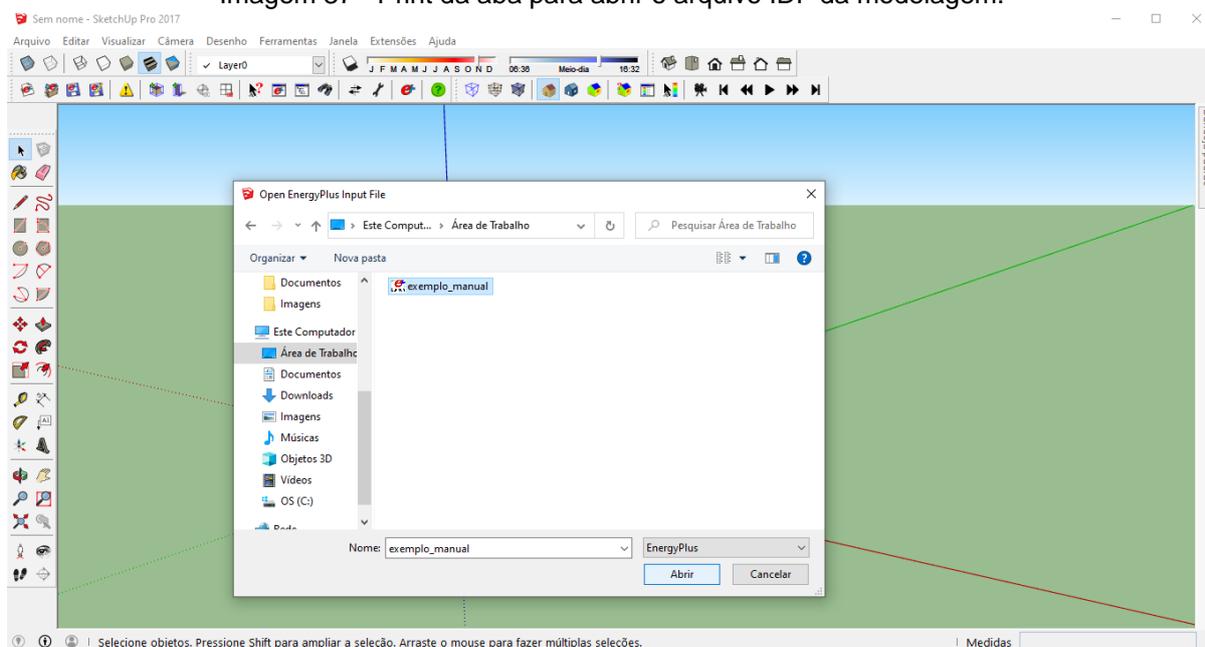


Fonte: As autoras.

No bug mostrado acima, além de algumas janelas e portas que não aparecem na modelagem, algumas paredes podem aparecer sobrepostas. Esse bug só aparece quando você abre novamente seu arquivo da modelagem, após utilizar **ctrl z**. Uma boa dica é ir salvando e abrindo o arquivo a cada passo da modelagem, para ter a certeza de que nenhum erro foi cometido e, conseqüentemente, nenhum bug foi gerado. Para abrir o arquivo da modelagem novamente, primeiro abra o *Sketch Up*, exclua a figura humana inicial e clique na ferramenta *Open EnergyPlus Input File* . Busque onde você salvou o seu arquivo da modelagem (conforme Imagem 37) e verifique se ele se encontra da mesma maneira.

O passo a passo de como salvar o arquivo será visto e explicado mais abaixo.

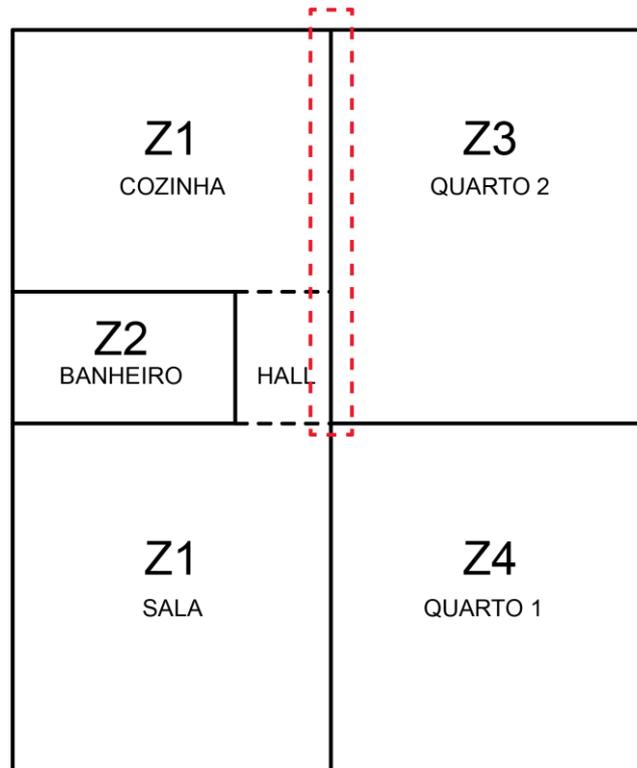
Imagem 37 - Print da aba para abrir o arquivo IDF da modelagem.



Fonte: As autoras.

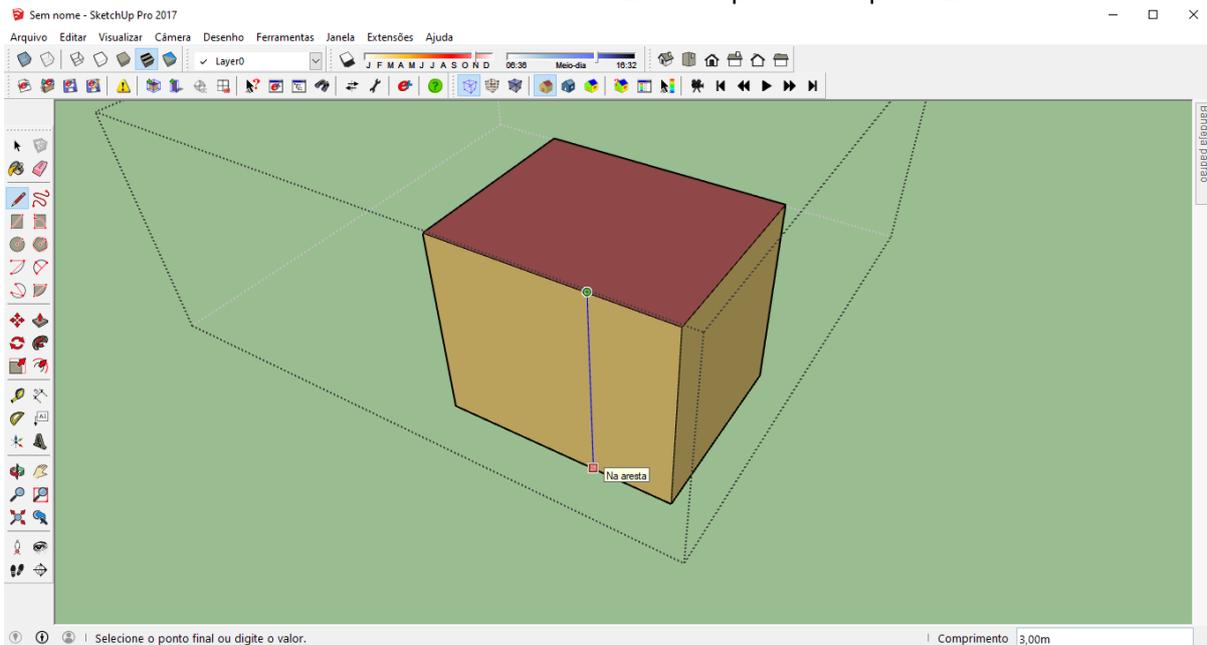
Após modelar todos os cômodos, é importante estabelecer qual cômodo divide parede com outro, pois o programa precisa realizar os cálculos de trocas de calor entre essas zonas. Observe no exemplo abaixo (Imagem 38): o quarto 2 divide parede tanto com o hall/corredor como com a cozinha. Por isso, é importante desenhar o limite (com a ferramenta *linha* do *Sketch Up*) nessa mudança de uma zona térmica para outra (Imagem 39 e Imagem 40), para que todas as paredes possam ser reconhecidas como paredes internas (que devem ter uma coloração de amarelo claro, diferente do amarelo mais escuro da parede externa, vista em um dos prints anteriores). Isso é necessário para uma etapa futura da modelagem que veremos mais adiante. Para facilitar essa etapa da modelagem, use a ferramenta *Hide Rest of Model*  do plugin *Euclid* para visualizar apenas a zona térmica que está selecionada.

Imagem 38 - Quarto 2, que divide parede tanto com a cozinha como com o corredor.



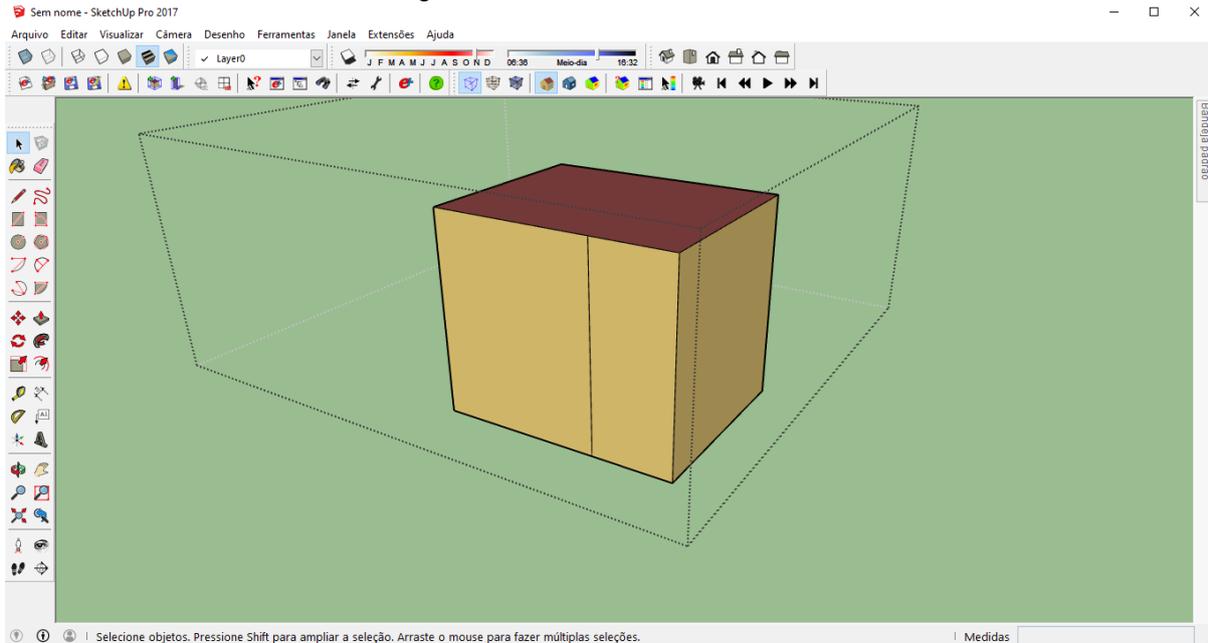
Fonte: As autoras.

Imagem 39 - Print com apenas o quarto selecionado. Com a ferramenta lápis (atalho L do teclado), desenha o limite entre hall e cozinha na parede do quarto 2.



Fonte: As autoras.

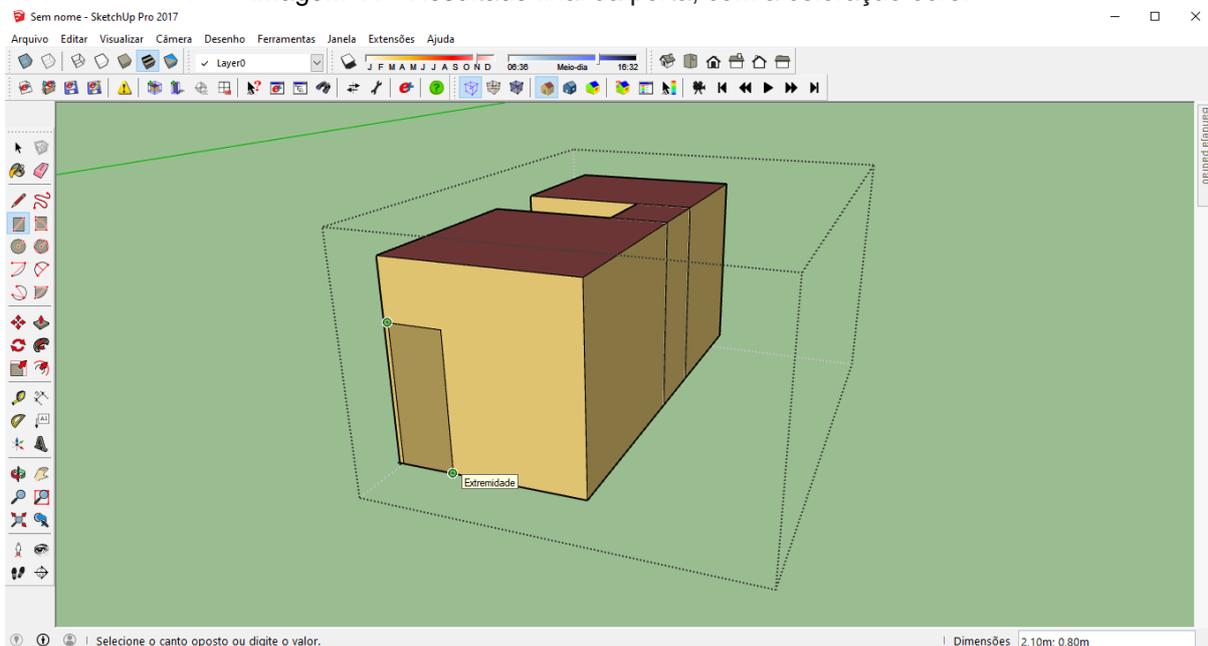
Imagem 40 - Print com o resultado final.



Fonte: As autoras.

Para modelar as portas, entre na zona térmica de cômodo já modelado e desenha as dimensões da porta em sua face com a ferramenta *retângulo* ou com a *linha*. É importante que o desenho da porta esteja encostado no limite inferior da face do cômodo (“no chão”) para que a modelagem reconheça como porta. Se a porta ficar com uma cor ocre, significa que deu certo (Imagem 41). Uma boa dica é usar as linhas guias da *fita métrica* do *Sketch Up* para ajudar nas posições e dimensões.

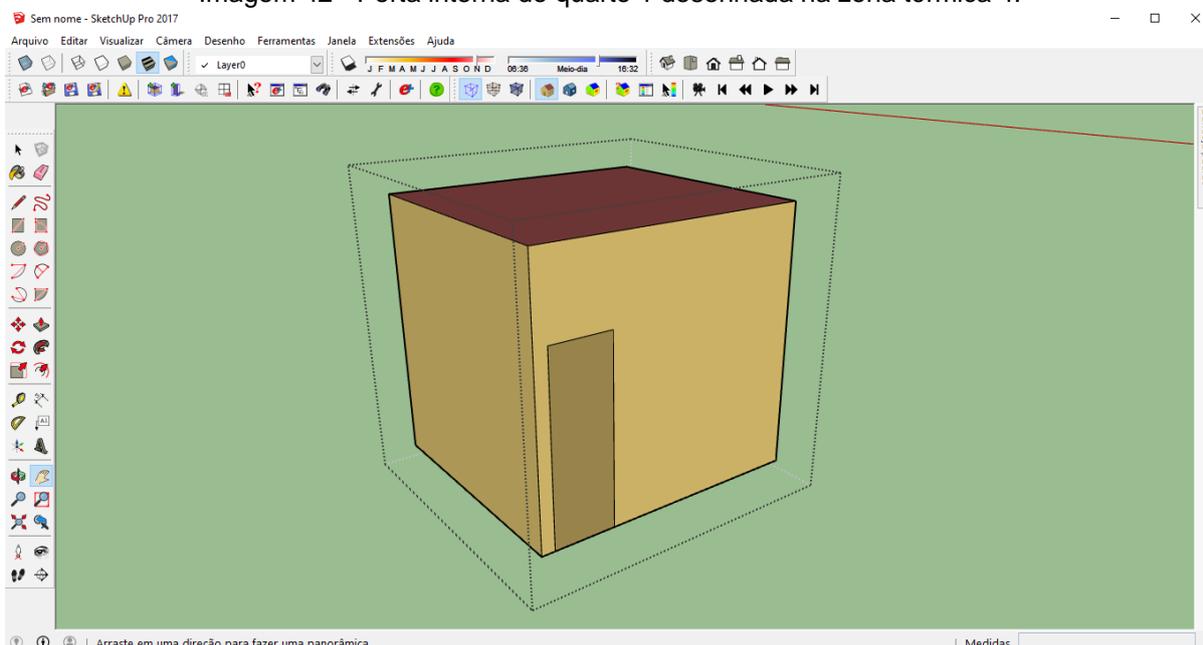
Imagem 41 - Resultado final da porta, com a coloração ocre.



Fonte: As autoras.

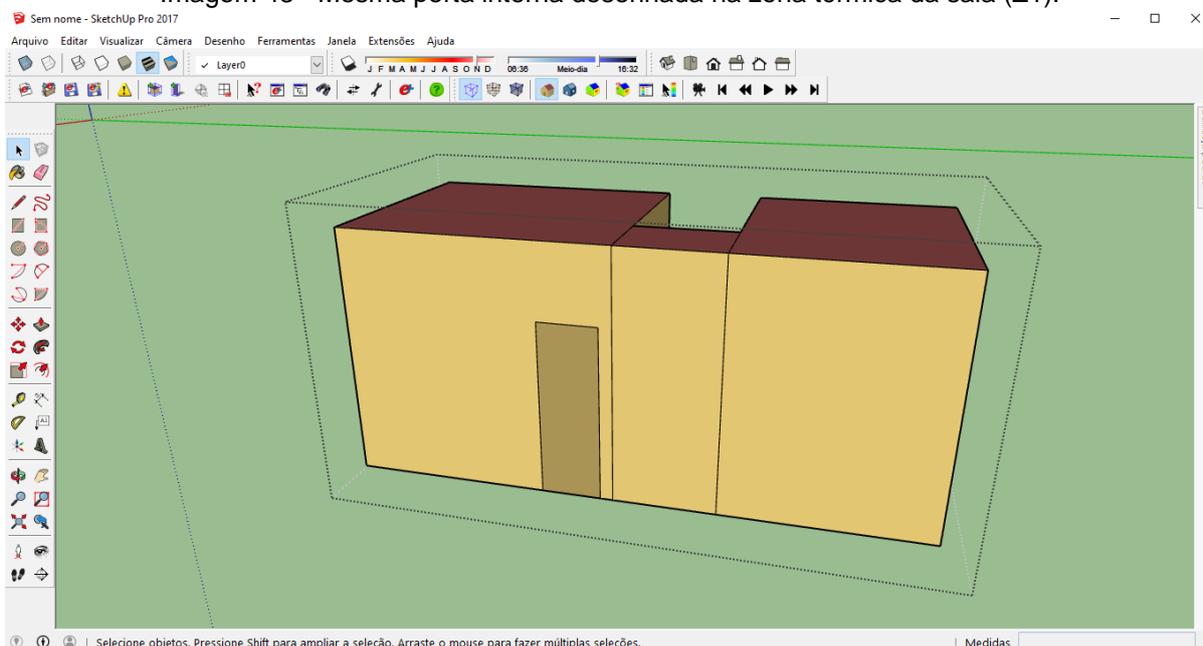
ATENÇÃO! Ao modelar portas internas, é importante desenhá-la dos dois lados, ou seja, em mais de uma zona térmica (Imagem 42 e Imagem 43). Se atente para desenhar as portas nas mesmas posições, porém em zonas térmicas diferentes. Isso é necessário para que o programa identifique essa porta como interna e vai ser importante para uma etapa futura da modelagem (que será vista mais adiante).

Imagem 42 - Porta interna do quarto 1 desenhada na zona térmica 4.



Fonte: As autoras.

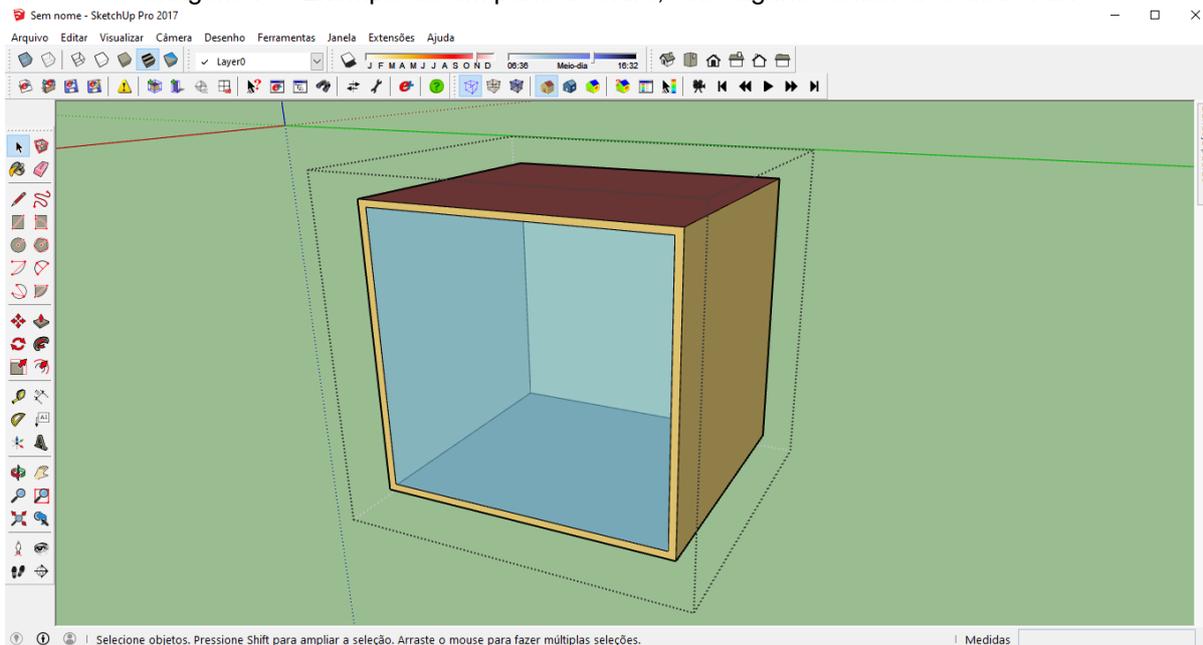
Imagem 43 - Mesma porta interna desenhada na zona térmica da sala (Z1).



Fonte: As autoras.

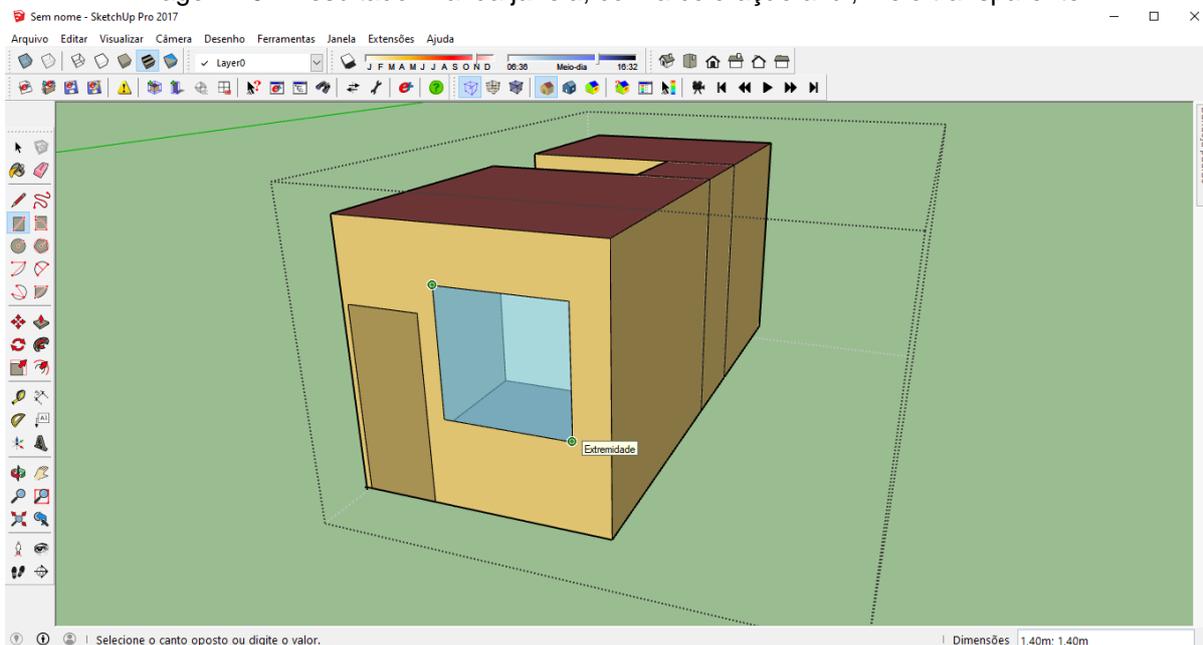
Para modelar as janelas, segue-se a mesma lógica das portas: entre na zona térmica de cômodo já modelado e desenhe as dimensões da janela em sua face com a ferramenta *retângulo* ou com a *linha*. É importante que o desenho das janelas nunca encoste no limite inferior da face do cômodo, para não ser reconhecido como porta. Caso seu projeto escolhido tenha um pano de vidro que ocupe toda a parede, é recomendado deixar uns centímetros entre o vidro e o chão, para que a modelagem possa reconhecer como janela (Imagem 44). Se a janela ficar transparente, com uma cor meio azulada, significa que deu certo (Imagem 45 e Imagem 46).

Imagem 44 - Exemplo de um pano de vidro, com alguns centímetros de borda.



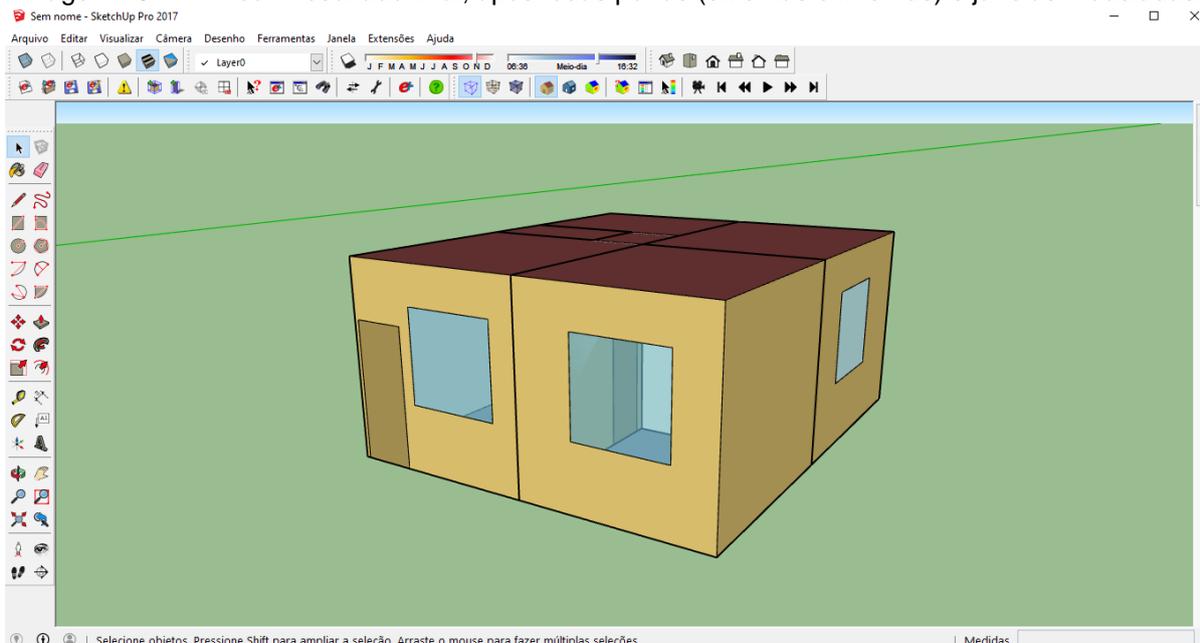
Fonte: As autoras.

Imagem 45 - Resultado final da janela, com a coloração azul, meio transparente.



Fonte: As autoras.

Imagem 46 - Print com resultado final, após todas portas (externas e internas) e janelas modeladas.

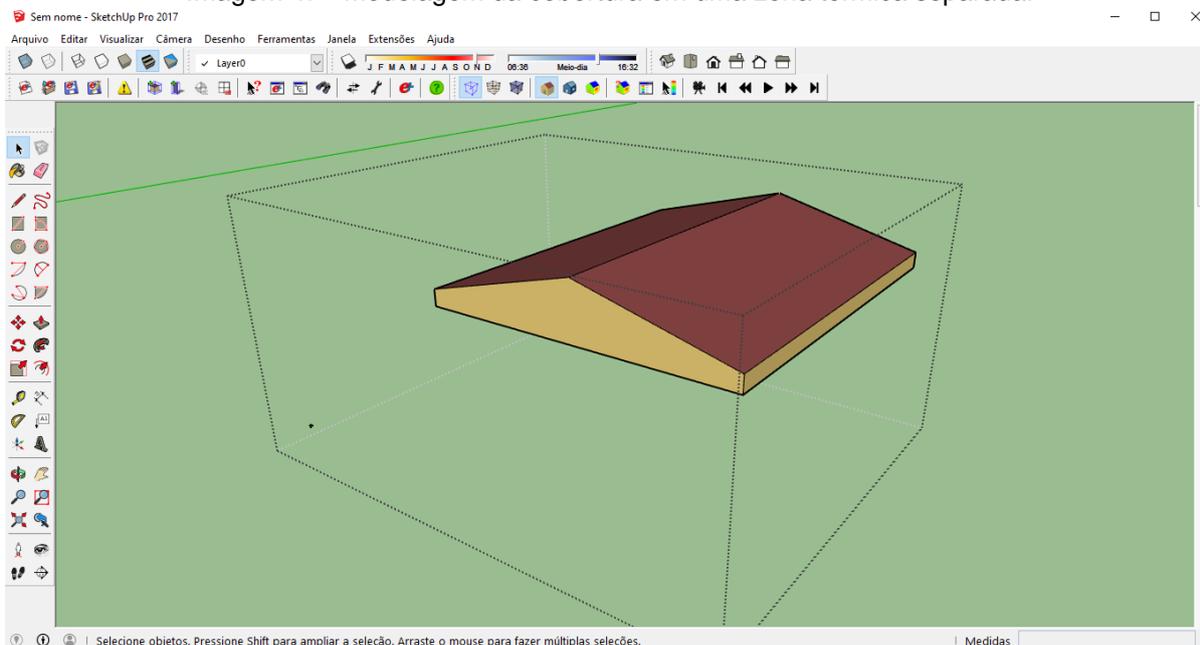


Fonte: As autoras.

Para modelar a cobertura/telhado, cria-se uma nova zona térmica. Após desenhar a cobertura com as ferramentas já listadas anteriormente, esta deve ter uma coloração marrom avermelhado, conforme Imagem 47 e Imagem 48.

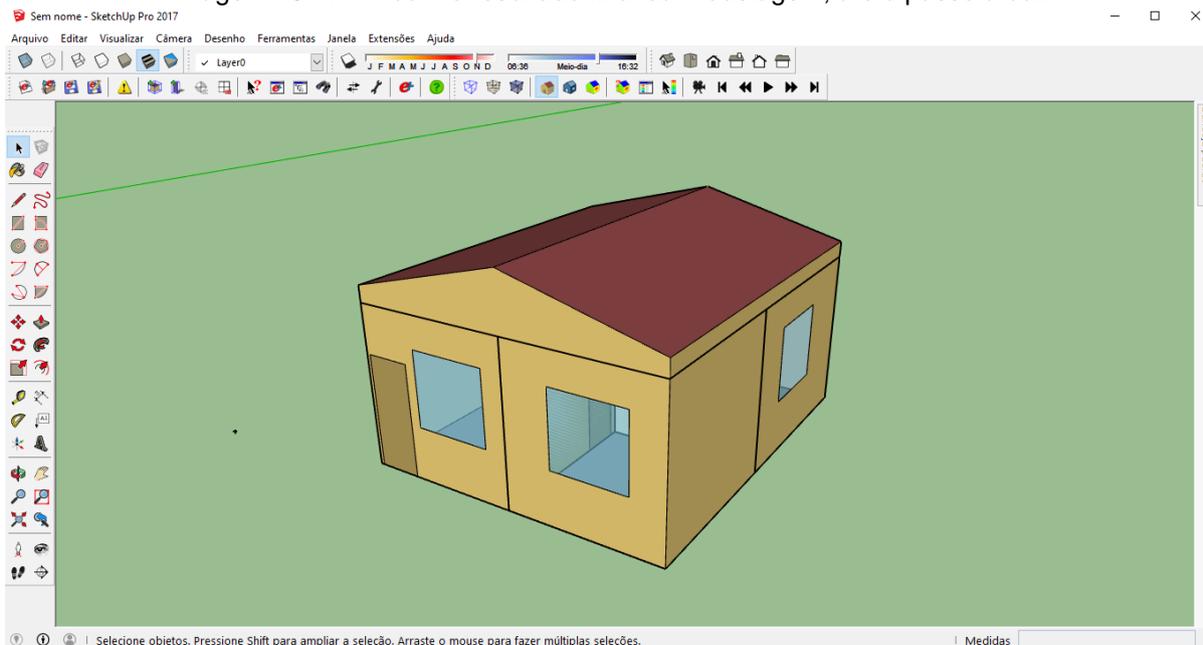
IMPORTANTE! Não modele os beirais nessa etapa, pois estes são considerados elementos de sombreamento e serão vistos mais adiante.

Imagem 47 - Modelagem da cobertura em uma zona térmica separada.



Fonte: As autoras.

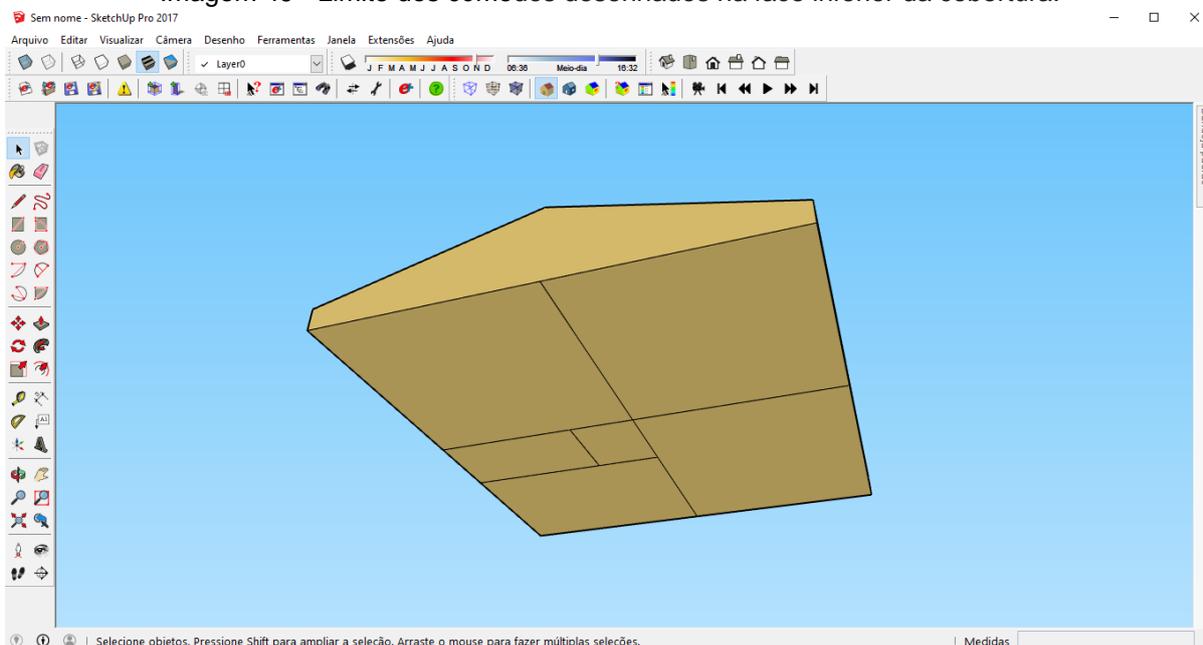
Imagem 48 - Print com o resultado final da modelagem, até o passo atual.



Fonte: As autoras.

Após modelar a cobertura, é importante desenhar o limite dos cômodos na face inferior (como se fosse um reflexo da planta baixa desenhada no espaço entre o forro e o telhado), conforme a Imagem 49. Lembre-se de desenhar dentro da zona térmica (dentro das linhas tracejadas). Isso é necessário para que essa face inferior seja reconhecida como interna e vai ser importante para uma etapa futura da modelagem (que será vista mais adiante).

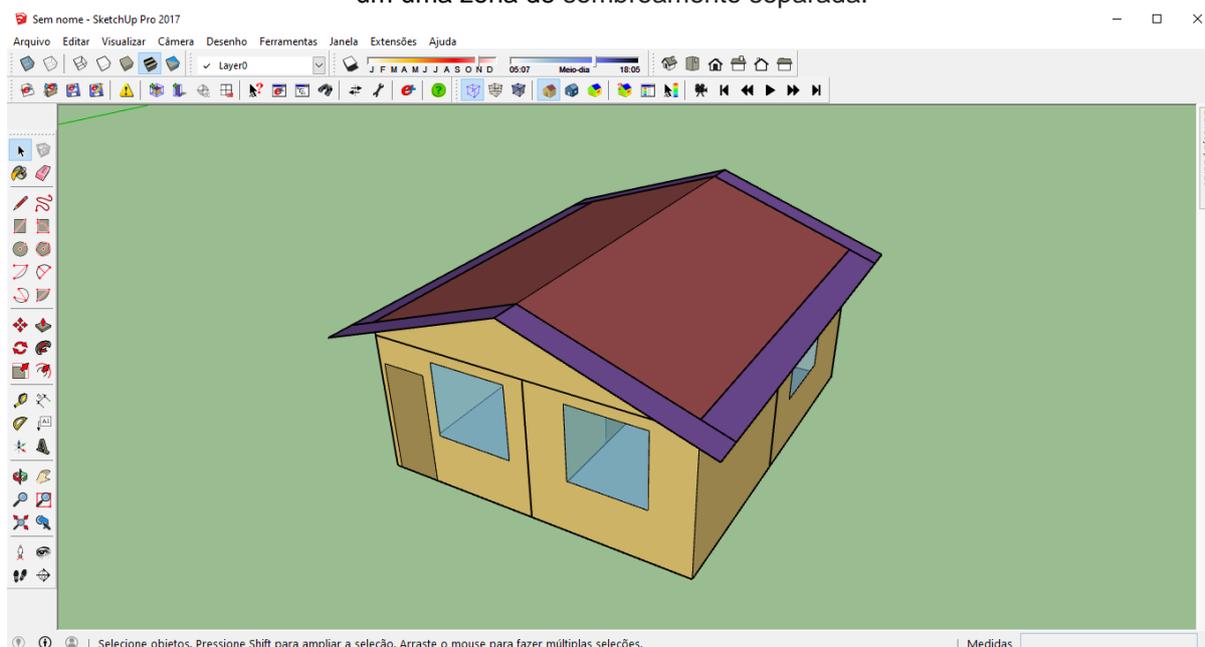
Imagem 49 - Limite dos cômodos desenhados na face inferior da cobertura.



Fonte: As autoras.

Para modelar os beirais, use a ferramenta *New EnergyPlus Shading Group* do plugin *Euclid* para criar uma nova zona térmica específica para sombreamento. O mesmo raciocínio vale para brises, muros, ou quaisquer elementos que sirvam especificamente como sombreamento (lembrando que cada elemento deve estar numa zona térmica separada). Dê dois cliques para entrar na zona térmica e modele os beirais (Imagem 50). Como resultado, as faces irão apresentar uma coloração roxa escura (face externa) e roxo claro (face interna).

Imagem 50 - Print com a modelagem dos beirais finalizada. Lembrando que cada beiral se encontra um uma zona de sombreamento separada.

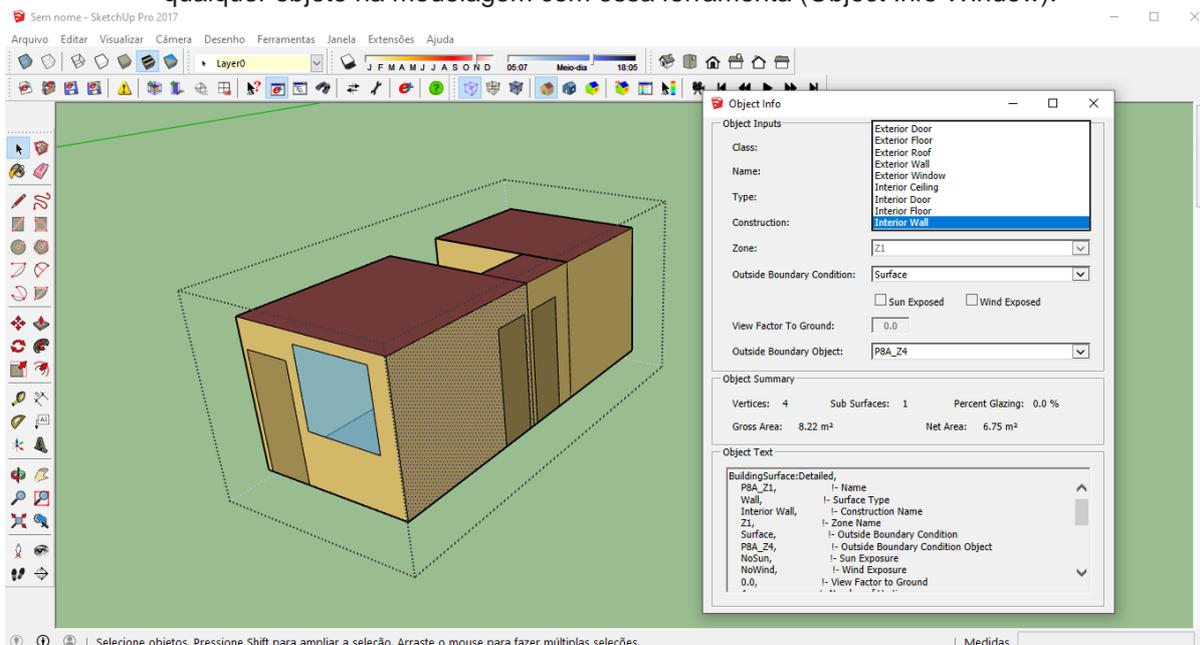


Fonte: As autoras.

Finalizada a modelagem, é preciso agora usar a ferramenta *Surface Matching* do plugin *Euclid* para que qualquer elemento (paredes, portas, forro da cobertura) possa ser reconhecido como interno. Isso é essencial pois irá influenciar na simulação, visto que o *EnergyPlus* precisa saber qual parede é interna e qual é externa, por exemplo, para analisar a troca de calor. Para utilizar essa ferramenta, é preciso entrar na zona térmica escolhida, selecionar a face que você deseja tornar interna e dar o match. Para saber se deu certo, abra o *Object Info Window*, selecione o elemento que deseja e observe se em “*Construction*” (dentro de *Object Input*), o programa reconhece corretamente aquele elemento. Caso dê algum erro no match, você também pode alterar essa informação diretamente no *Object Info Window* (Imagem 51).

ATENÇÃO! Não é necessário dar match nos dois lados, mas caso ocorra algum erro e uma das paredes não tenha sido reconhecida como interna, dê match novamente.

Imagem 51 - Aba com as informações do objeto. Observe que em “Construction” a parede selecionada está corretamente identificada como parede interna. É possível ver as informações de qualquer objeto na modelagem com essa ferramenta (Object Info Window).



Fonte: As autoras.

IMPORTANTE! Nomear cada elemento da modelagem ajuda a identificá-los futuramente durante a simulação (visto que os nomes gerados automaticamente podem parecer confusos). É importante criar uma lógica de nomeação e segui-la durante toda a modelagem. Pode ficar a seu critério ou você pode seguir a nomeação abaixo:

- Z: Zona Térmica
- P: Parede
- D: Door
- J: Janela
- T: Telhado

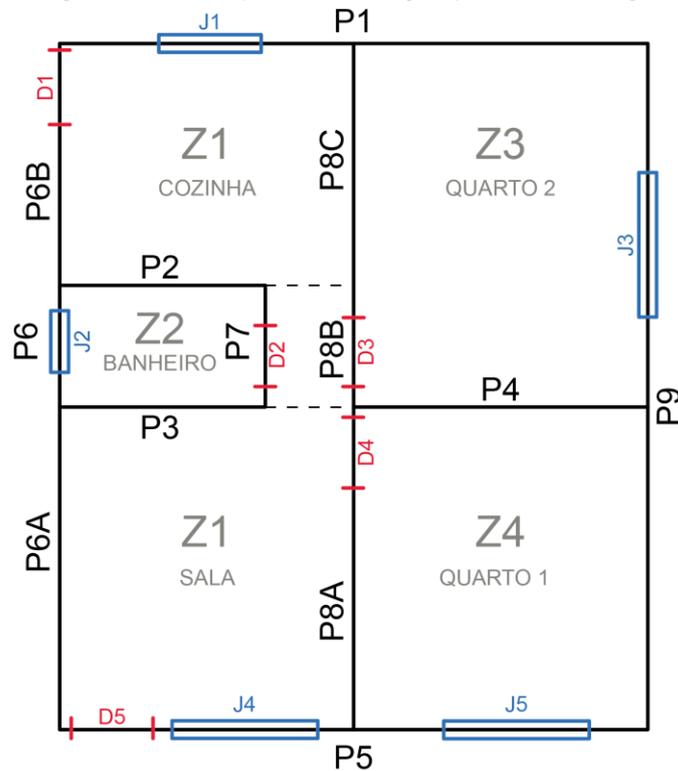
Para alterar o nome de algum elemento durante a modelagem, use a ferramenta *Object Info Window*. Ao clicar na zona térmica escolhida, mude seu nome para “Z1”, por exemplo. Já dentro da zona térmica, selecione uma face (correspondente a uma parede) e coloque o nome “P5_Z1”, por exemplo. Já uma porta seria “D5_P5_Z1”, por exemplo. Isso significa que a porta 5 está na parede 5 que está dentro da zona 1. Assim, fica fácil o entendimento e a localização de cada elemento.

Para seguir uma numeração, você pode criar sua própria lógica ou usar a seguinte: numerar da esquerda para direita, de cima para baixo. Observe o exemplo abaixo, na Imagem 52.

ATENÇÃO! Ao nomearmos uma parede, consideramos toda a sua extensão, podendo ser dividida em seções ou não. A divisão da parede em seções acontece quando uma das zonas térmicas é recortada, por exemplo Z1, o que reflete na divisão da P6 em seções (P6A e P6B), gerando as seguintes nomeações: P6A_Z1 e P6B_Z1.

Isso irá facilitar durante a simulação, pois com os nomes diferentes, o programa não irá identificar como duplicatas.

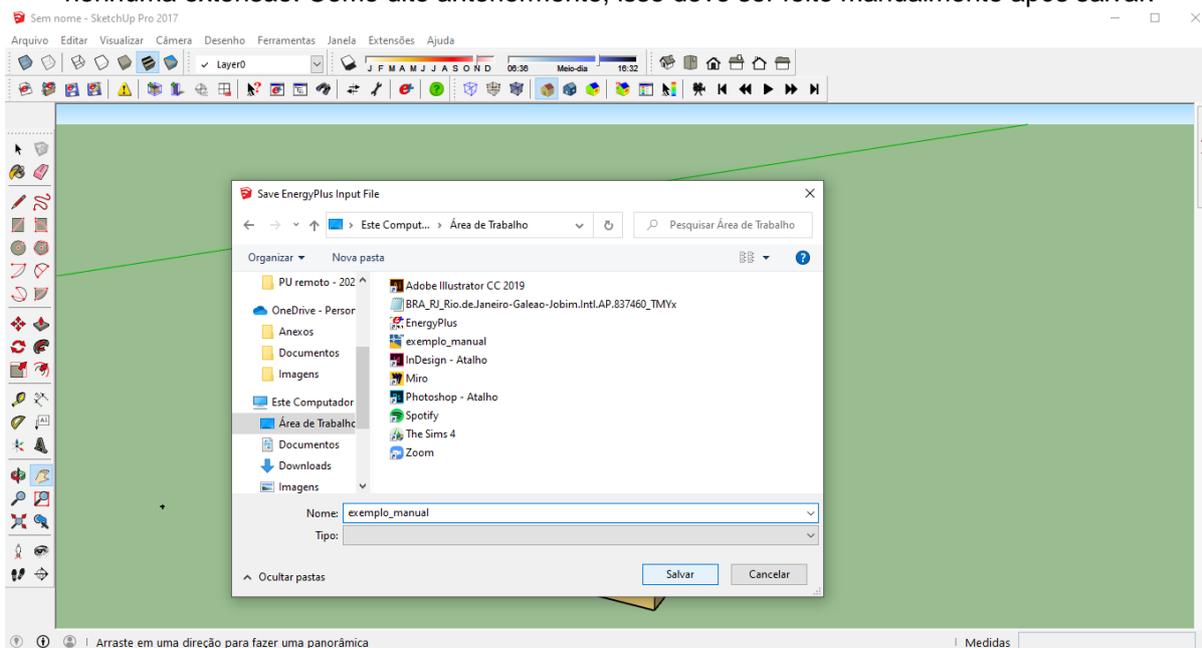
Imagem 52 - Exemplo de nomeação para a modelagem.



Fonte: As autoras.

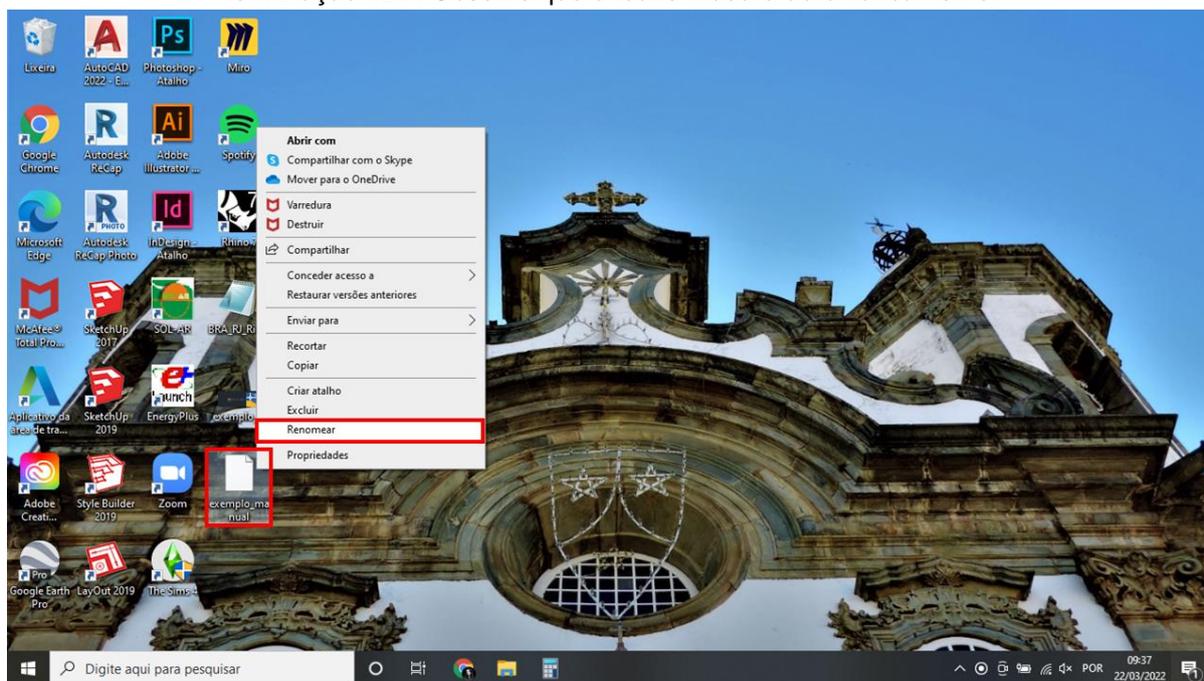
ATENÇÃO! Para salvar seu processo, não use o “*salvar*” do próprio *Sketch Up*, pois dará um bug futuro e você não conseguirá realizar a simulação. Use a ferramenta *Save EnergyPlus Input File*  do plugin *Euclid*, conforme a Imagem 53. Após salvar, encontre o arquivo no seu computador e renomeie ele com a terminação *.IDF*, para que ele possa ser reconhecido e lido pelo *EnergyPlus* durante a simulação. Essa etapa deve ser feita manualmente, visto que ao salvar o arquivo pelo *Euclid*, ele não recebe a extensão *IDF* automaticamente (Imagem 54 e Imagem 55).

Imagem 53 - Salvando o arquivo da modelagem. Observe que em “tipo” não é possível selecionar nenhuma extensão. Como dito anteriormente, isso deve ser feito manualmente após salvar.



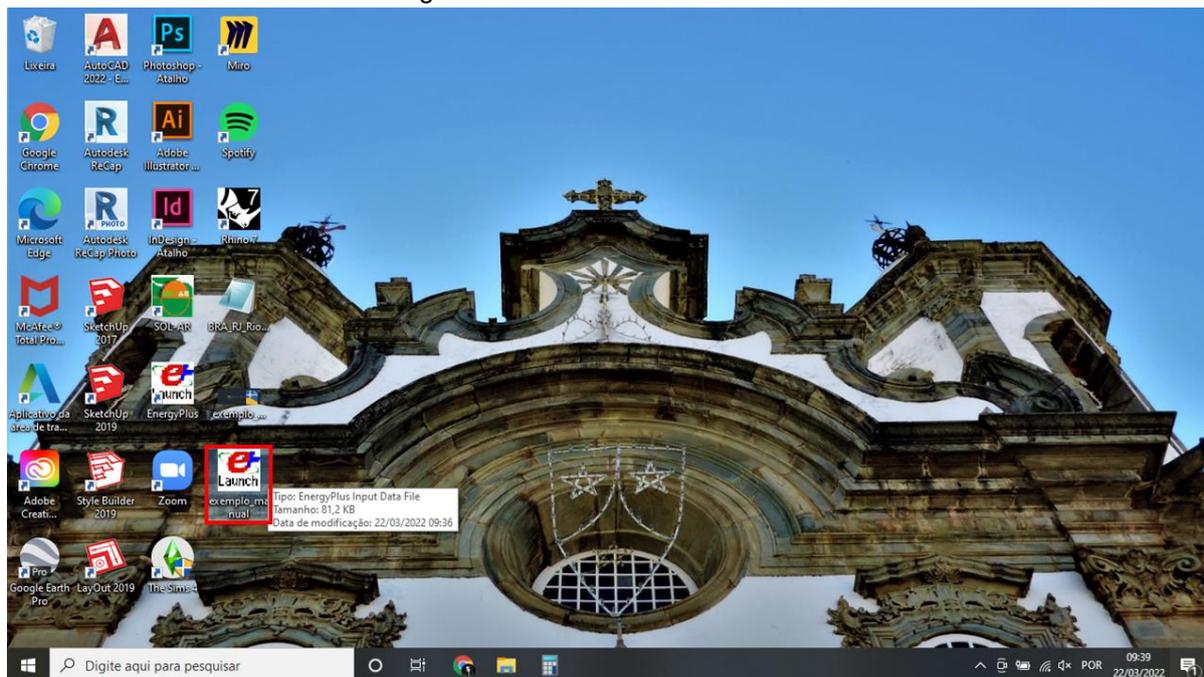
Fonte: As autoras.

Imagem 54 - Print do local onde o arquivo da modelagem foi salvo. Basta renomear com a terminação **.IDF**. Observe que o ícone mudará automaticamente.



Fonte: As autoras.

Imagem 55 - Print com o resultado final.



Fonte: As autoras.

DICA! Após terminar a modelagem, faça um primeiro teste de simulação, para verificar possíveis erros na geometria (passo a passo sobre a simulação no tópico 5, mais adiante).

4. BUSCA DE DADOS

Nesse tópico, será explicado o processo de entendimento de todos os dados de inserção necessários da construção do *EnergyPlus*, assim como o de sua interface. Basicamente, a busca de dados e a anexação das informações da construção foi realizada seguindo os próprios itens que o editor do arquivo IDF apresenta.

Logo, para abrir este editor é necessário abrir o arquivo, que foi gerado durante o processo demonstrado da Imagem 53 a Imagem 55, que tem como seu tipo de extensão o “*EnergyPlus Input Data File*”, ou seja, na tradução, arquivo de inserção de dados do *EnergyPlus*, mostrado na figura abaixo.

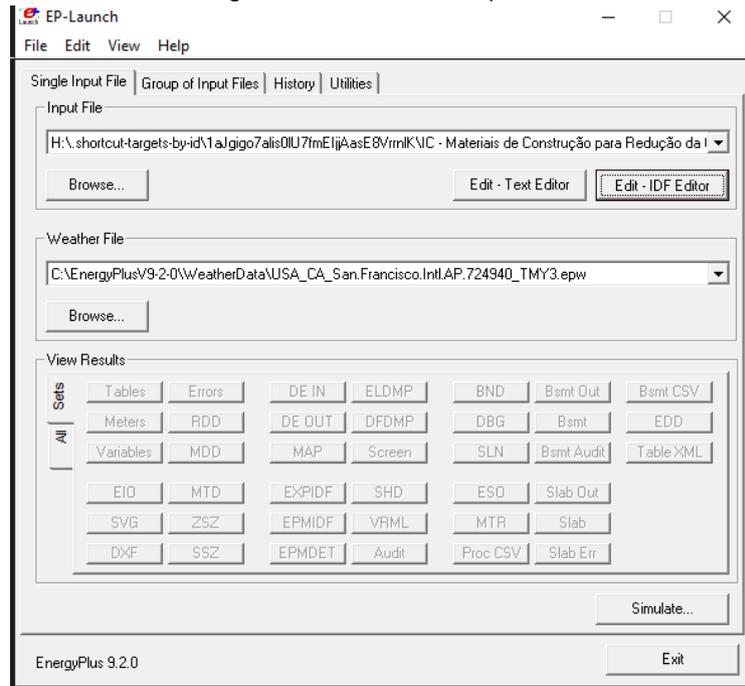
Imagem 56 - Print do tipo de arquivo a ser aberto para inserção de dados no EnergyPlus.

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
MCMV_Julia_NBR_argila_laje argila	9/19/2022 9:32 PM	EnergyPlus Input Data File	132 KB

Fonte: As autoras.

Ao abri-lo, a tela será redirecionada para o chamado “*Launch*” do aplicativo. É nesse “*Launch*” que estão presentes as informações do arquivo da construção modelada. Para editar e inserir as informações, é necessário editar o IDF, pressionando a opção “*Edit-IDF Editor*” (ver Imagem 57).

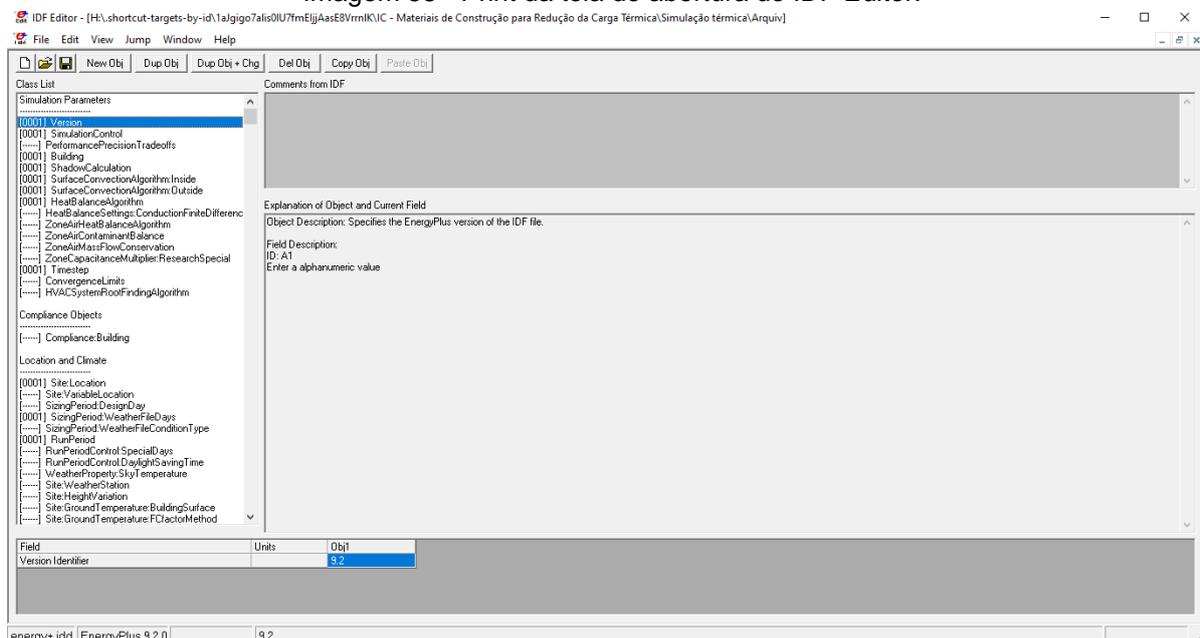
Imagem 57 - Launch do aplicativo.



Fonte: As autoras.

Ao clicar duas vezes, será aberta a tela de edição do arquivo IDF (Imagem 58). Em seu campo esquerdo, tem-se a “Class List”, ou “Lista de Classificação”, que mostrará os parâmetros que a simulação deverá seguir. Esses parâmetros serão inseridos ou editados, a partir dos parâmetros padrões que o próprio aplicativo fornece. Foi a partir desta lista de parâmetros que foi buscado o que seria necessário para que a simulação pudesse ser realizada.

Imagem 58 - Print da tela de abertura do IDF Editor.

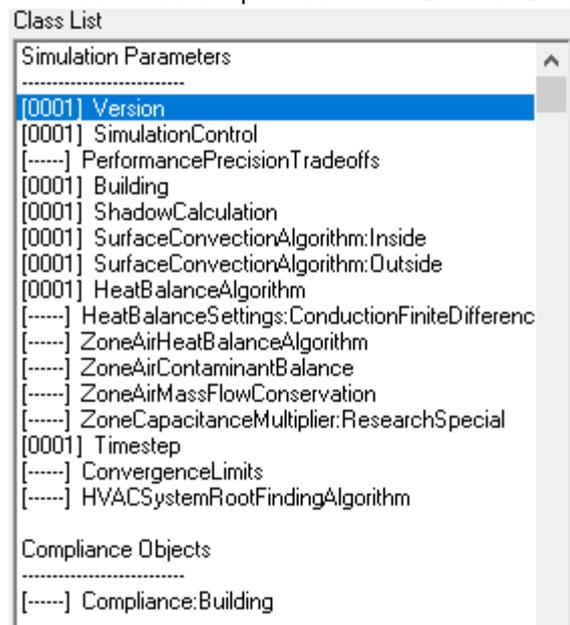


Fonte: As autoras.

Essa busca obteve um levantamento bibliográfico diverso através de diferentes apostilas do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (LabEEE), encontradas na internet, e das normas da NBR-15575 (2021) e RTQ-R (2012).

Assim, neste passo a passo as informações coletadas estão simplificadas, além de explicar como foi feita a análise e agrupamento dos mesmos, também seguindo a ordem dada pela “*Class List*”.

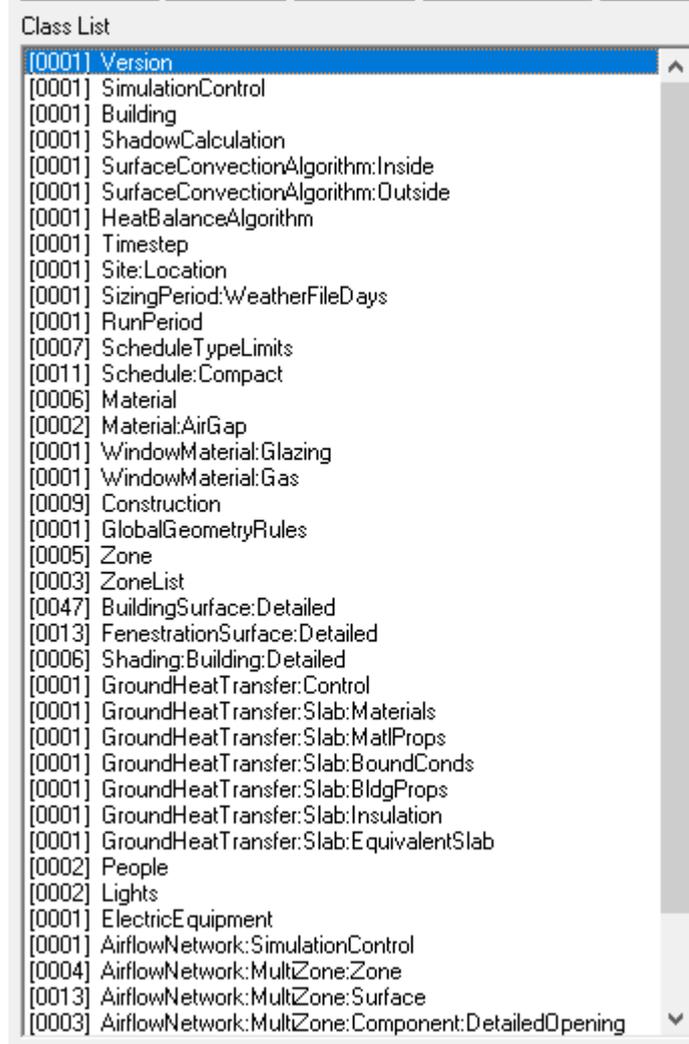
Imagem 59 - Recorte de um print da “*Class List*” do IDF Editor.



Fonte: As autoras.

Antes de ser iniciado a explicação de cada tópico, pode-se observar que há uma lista extensa desses parâmetros de simulação. Com o atalho CTRL + L, é possível reduzir essa lista apenas para os parâmetros que serão alterados (Imagem 60)

Imagem 60 - Ilustração “Class List” do IDF Editor com o atalho CTRL + L.



Fonte: As autoras.

4.1. Controle da simulação e dados padrões ou “Default”

Neste tópico serão tratados os itens *default* do programa, ou seja, os itens em que são utilizados dados padrões, já fornecidos pelo próprio programa. Portanto, exatamente por serem padrões, esses itens não foram alterados. Basicamente, o modo padrão define que é o próprio programa que vai gerar os cálculos das zonas, assim como todo o sistema que será modelado.

Portanto, segue a lista dos itens nos quais os dados permanecerão conforme os valores fornecidos pelo próprio programa:

- *Simulation Control*
- *Building*
- *Shadow Calculation*
- *SurfaceConvectionAlgorithm:Inside*
- *SurfaceConvectionAlgorithm:Outside*
- *HeatBalanceAlgorithm*
- *Timestep*

4.2. "Location and Climate"

4.2.1. Localização ou "Site:Location"

Especifica onde o edifício está, no qual é permitido apenas uma localização. É neste tópico que será introduzido o chamado "*Weather File*" ou "*Arquivo Climático*". Esse arquivo é inserido para que se obtenha uma base de dados adequando a construção ao clima do local escolhido, obtendo valores, como por exemplo, da temperatura do solo, fornecendo a possibilidade de uma simulação concreta e com duração de um ano, ou seja, 8760 horas.

Imagem 61 - Recorte de um print da "Class List" do IDF Editor no campo "Location and Climate".

```

Location and Climate
-----
[0001] Site:Location
[-----] Site:VariableLocation
[-----] SizingPeriod:DesignDay
[0001] SizingPeriod:WeatherFileDays
[-----] SizingPeriod:WeatherFileConditionType
[0001] RunPeriod
[-----] RunPeriodControl:SpecialDays
[-----] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
[-----] WeatherProperty:SkyTemperature
[-----] Site:WeatherStation
[-----] Site:HeightVariation
[-----] Site:GroundTemperature:BuildingSurface
[-----] Site:GroundTemperature:FCfactorMethod
[-----] Site:GroundTemperature:Shallow
[-----] Site:GroundTemperature:Deep
[-----] Site:GroundTemperature:Undisturbed:FiniteDifference
[-----] Site:GroundTemperature:Undisturbed:KusudaAchenbach
[-----] Site:GroundTemperature:Undisturbed:Xing
[-----] Site:GroundDomain:Slab
[-----] Site:GroundDomain:Basement
[-----] Site:GroundReflectance
[-----] Site:GroundReflectance:SnowModifier
[-----] Site:WaterMainsTemperature
[-----] Site:Precipitation
[-----] RoofIrrigation
[-----] Site:SolarAndVisibleSpectrum
[-----] Site:SpectrumData

```

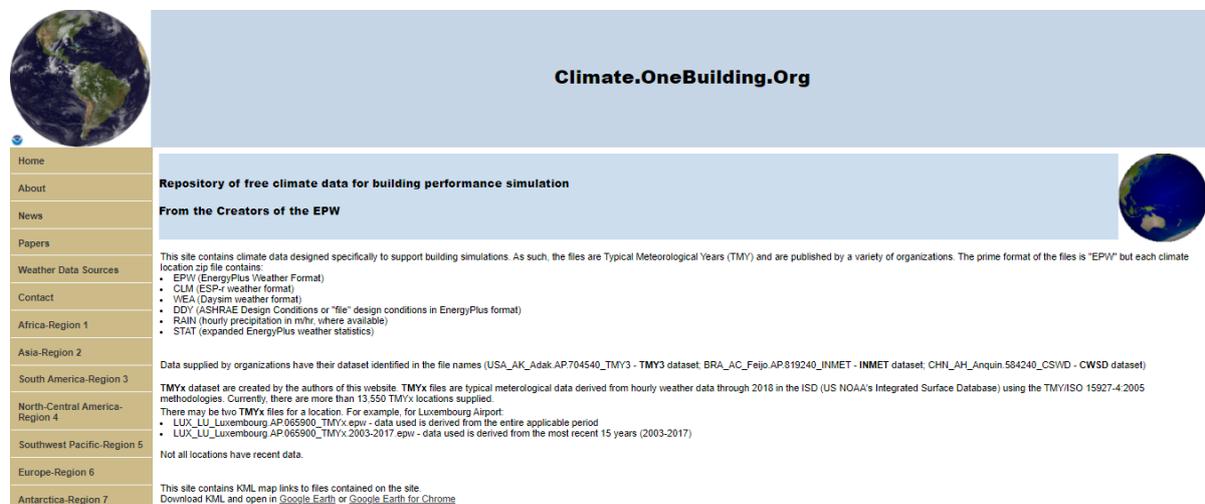
Fonte: As autoras.

Neste arquivo é imprescindível ter também os dados abaixo :

1. Temperatura do bulbo seco, em graus Celsius (°C);
2. Temperatura do ponto de orvalho, em graus Celsius (°C);
3. Umidade relativa do ar, em porcentagem (%);
4. Pressão atmosférica, em Pascal (Pa);
5. Intensidade de radiação horizontal de onda longa, expressa em Watts-hora por m²;
6. Radiação horizontal global. expressa em Watts-hora por m²;
7. Radiação normal direta. expressa em Watts-hora por m²;
8. Radiação horizontal difusa, expressa em Watts-hora por m²;
9. direção do vento, expressa em graus (°), considerando o sentido horário a partir do eixo Norte;
10. Velocidade do vento, expressa por metros por segundo (m/s);

O arquivo climático utilizado pela pesquisa foi encontrado na internet, pela plataforma do site <https://www.climate.onebuilding.org/> (2023), no qual foi buscado o campo “South America - Region 3” > “Brasil” > “Rio de Janeiro”, como na Imagem 63. Dê scroll com o mouse no sentido descendo a página, da Imagem 62, para achar este campo.

Imagem 62 - Print da tela inicial do site climate.onebuilding.org



Fonte: As autoras.

Imagem 63 - Print da tela do campo para se escolher as regiões do arquivo climático no site climate.onebuilding.org

Climate Files - listed in WMO Regions

[WMO Region 1 - Africa](#)

[WMO Region 2 - Asia](#)

[WMO Region 3 - South America](#)

[WMO Region 4 - North and Central America](#)

[WMO Region 5 - Southwest Pacific](#)

[WMO Region 6 - Europe](#)

[WMO Region 7 - Antarctica](#)

Note that some countries cross Asia and Europe boundaries.

See the [News](#) page for current status of what is available on this site and below for information about the source climate/weather data.

Fonte: As autoras.

O site direciona o usuário para uma tabela com os arquivos climáticos do estado escolhido, obtidos nas estações meteorológicas locais (Imagem 64). Para o Rio de Janeiro, a escolha é entre o arquivo climático do Aeroporto Tom Jobim ou do Aeroporto Santos Dumont. Para a pesquisa e a criação deste manual, foi escolhido o arquivo climático da estação meteorológica do Aeroporto Tom Jobim, tanto por questão de disponibilidade, quanto por ser o mais recente e conter uma maior gama de anos coletados. Além disso, é necessário que seja um arquivo do tipo TRY.

Imagem 64 - Print da tela da lista de arquivos climáticos disponíveis para a região do Estado do Rio de Janeiro.

RJ_Rio_de_Janeiro					
BRA_RJ_Arraial.do.Cabo.868920_INMET.zip	302 K	BRA_RJ_Itaperuna.836950_TMYx.2004-2018.zip	327 K	BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.zip	298 K
BRA_RJ_Cabo.Frio.868920_TMYx.zip	313 K	BRA_RJ_Itaperuna.836950_TMYx.zip	324 K	BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TRY.1963.zip	300 K
BRA_RJ_Cambuci.868540_INMET.zip	313 K	BRA_RJ_Jacarepagua-Marinho.AP.831110_TMYx.2004-2018.zip	317 K	BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Santos.Dumont.AP.837550_TMYx.2004-2018.zip	287 K
BRA_RJ_Campo.de.Mattos-Afonos.AB.837480_TMYx.2004-2018.zip	300 K	BRA_RJ_Jacarepagua-Marinho.AP.831110_TMYx.zip	317 K	BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Santos.Dumont.AP.837550_TMYx.zip	297 K
BRA_RJ_Campo.de.Mattos-Afonos.AB.837480_TMYx.zip	320 K	BRA_RJ_Macae-Lacerda.AP.868910_TMYx.2004-2018.zip	302 K	BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Vila.Militar.868790_INMET.zip	316 K
BRA_RJ_Campos-Lysandro.AP.836980_TMYx.2004-2018.zip	299 K	BRA_RJ_Macae-Lacerda.AP.868910_TMYx.zip	285 K	BRA_RJ_Santa.Cruz.AP.837410_TMYx.2004-2018.zip	279 K
BRA_RJ_Campos-Lysandro.AP.836980_TMYx.zip	324 K	BRA_RJ_Macae.868910_INMET.zip	313 K	BRA_RJ_Santa.Cruz.AP.837410_TMYx.zip	309 K
BRA_RJ_Campos.dos.Goytacazes.868550_INMET.zip	313 K	BRA_RJ_Niteroi.868810_INMET.zip	305 K	BRA_RJ_Sao.Pedro.da.Aldeia.AP.837590_TMYx.2004-2018.zip	309 K
BRA_RJ_Cordeiro.837180_TMYx.2004-2018.zip	314 K	BRA_RJ_Paraty.869130_INMET.zip	305 K	BRA_RJ_Sao.Pedro.da.Aldeia.AP.837590_TMYx.zip	311 K
BRA_RJ_Cordeiro.837180_TMYx.zip	317 K	BRA_RJ_Petropolis-Pico.do.Couto.868760_INMET.zip	291 K	BRA_RJ_Sao.Tome.868900_TMYx.zip	283 K
BRA_RJ_Duque.de.Caxias-Xerem.868770_INMET.zip	306 K	BRA_RJ_Resende.837380_INMET.zip	308 K	BRA_RJ_Teresopolis.868880_INMET.zip	302 K
BRA_RJ_Farol.de.Sao.Tome.868900_INMET.zip	308 K	BRA_RJ_Resende.AP.837380_TMYx.zip	329 K	BRA_RJ_Valenca.868750_INMET.zip	307 K
BRA_RJ_Ilha.Rasa.831170_TMYx.zip	293 K	BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018.zip	296 K		

Fonte: As autoras.

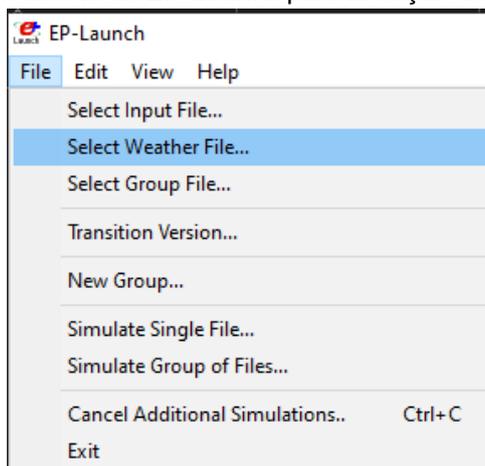
Assim, basta apenas clicar no arquivo selecionado que será feito o download. O download será de um arquivo do tipo *.zip*, que terá ao todo um total de 7 itens, no qual será utilizado o arquivo com a extensão “*EnergyPlus Location*” (Imagem 65). Assim, a inserção do arquivo climático no launcher do IDF será por meio da caixa de “*File>Select Weather File*”, no programa (Imagem 66).

Imagem 65 - Print da tela dos arquivos que vieram juntos no zip do arquivo climático.

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018.clm	4/3/2022 9:39 PM	Arquivo CLM	189 KB
BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018	4/3/2022 9:39 PM	EnergyPlus Locati...	126 KB
BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018.epw	4/3/2022 9:39 PM	Arquivo EPW	1,565 KB
BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018.pvsyst	4/3/2022 9:39 PM	Arquivo PVSYST	350 KB
BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018.rain	4/3/2022 9:39 PM	Arquivo RAIN	146 KB
BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018.stat	4/3/2022 9:39 PM	Arquivo STAT	57 KB
BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018.wea	4/3/2022 9:39 PM	Arquivo WEA	155 KB

Fonte: As autoras.

Imagem 66 - Print da tela da EP-Launch para inserção do arquivo climático.



Fonte: As autoras.

Porém, além de inserir o arquivo, é importante também saber que são exigidos dados que serão retirados e postos manualmente dentro do IDF Editor dentro do item “*Site:Location*”, já localizado no IDF Editor do arquivo da construção. Para se obter esses dados, é necessário abrir o arquivo climático, que veio na pasta com o tipo de extensão “*EnergyPlus Location*”, que já foi mostrado na Imagem 65, como bloco de notas, clicando com o botão direito do mouse. Uma outra possibilidade também é abrir o arquivo com a extensão EPW, que nele também estará contido informações deste arquivo climático.

Imagem 67 - Print da tela do arquivo TRY aberto como bloco de notas.

```

BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx.2004-2018 - Bloco de Notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
!Monday,      !- Day of Week for Start Day
! No,         !- Use Weather File Holidays and Special Days
! No,         !- Use Weather File Daylight Saving Period
! Yes,        !- Apply Weekend Holiday Rule
! Yes,        !- Use Weather File Rain Indicators
! Yes;        !- Use Weather File Snow Indicators

! Version EnergyPlus release V9.0+
!RunPeriod,
!Weather Data,  !- Name
! 1,           !- Begin Month
! 1,           !- Begin Day of Month
! ,           !- Begin Year
! 12,          !- End Month
! 31,          !- End Day of Month
! ,           !- End Year
!Monday,      !- Day of Week for Start Day
! No,         !- Use Weather File Holidays and Special Days
! No,         !- Use Weather File Daylight Saving Period
! Yes,        !- Apply Weekend Holiday Rule
! Yes,        !- Use Weather File Rain Indicators
! Yes,        !- Use Weather File Snow Indicators
! ;           !- Treat Weather as Actual

Site:Location,
Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.I_RJ_BRA,  !- Location Name
-22.81,    !- Latitude {N+ S-}
-43.24,    !- Longitude {W- E+}
-3.00,     !- Time Zone Relative to GMT {GMT+/-}
8.50;     !- Elevation {m}

! The following Sizing Period objects for Extreme and Typical conditions are calculated
! from the extreme (if any) and typical conditions on the weather source data.
! The actual weeks that will be used will exist on the weather file.

SizingPeriod:WeatherFileType,
<

```

Fonte: As autoras.

Imagem 68 - Print da tela dos campos a serem preenchidos manualmente no campo “*Site:Location*”.

Field	Units	Obj1
Name		Rio de Janeiro Gale
Latitude	deg	-22.81
Longitude	deg	-43.24
Time Zone	hr	-3
Elevation	m	8.5

Fonte: As autoras.

4.2.2. “Tamanho do período”: dias do arquivo meteorológico ou “Sizing Period: WeatherFileDays”

Este campo trata sobre o ano em si, que começa no dia 1 do mês 1 (janeiro) e termina no dia 31 do mês 12 (dezembro). O dia da semana escolhido para começar o período foi a segunda-feira. Já a escolha de dias de sol, chuva e neve são escolhidos a partir do arquivo climático, dependendo do local onde está inserida a localização.

Imagem 69 - Print da tela dos campos a serem preenchidos manualmente no campo "Size Period:Weather FileDays".

Field	Units	Obj1
Name		Ano
Begin Month		1
Begin Day of Month		1
End Month		12
End Day of Month		31
Day of Week for Start Day		Monday
Use Weather File Daylight Saving Period		Yes
Use Weather File Rain and Snow Indicators		Yes

Fonte: As autoras.

4.2.3. “Duração da simulação ou “Run Period”

Este campo trata da duração da simulação (Imagem 70). Isso vai depender do quanto necessário será para a avaliação de seu projeto, sendo alguns desses dados similares ao campo anterior. Esta pesquisa tem como base a NBR-15575 (2021), que orienta uma solução para um ano inteiro. Essa sugestão de um ano que a norma faz é apenas para orientações computacionais, que é o caso desta pesquisa e manual. Porém há casos de simulações feitas em laboratórios, que então tem uma outra sugestão para a duração da mesma. Assim, seguem as instruções de como preencher os campos abaixo, de acordo com a orientação para simulação computacional:

Imagem 70 - Print da tela dos campos a serem preenchidos manualmente no campo “RunPeriod”.

Field	Units	Obj1
Name		Ano
Begin Month		1
Begin Day of Month		1
Begin Year		
End Month		12
End Day of Month		31
End Year		
Day of Week for Start Day		Monday
Use Weather File Holidays and Special Days		No
Use Weather File Daylight Saving Period		No
Apply Weekend Holiday Rule		No
Use Weather File Rain Indicators		Yes
Use Weather File Snow Indicators		Yes
Treat Weather as Actual		No

Fonte: As autoras.

4.3. “Schedules” ou “Rotina”

Para ter um resultado completo da carga gerada num edifício, também é necessário levar em consideração as cargas internas geradas por meio da ocupação dos usuários, além do uso de iluminação artificial e equipamentos de ventilação. Esta pesquisa usou como base a NBR-15575 (2021), apesar de ter feito simulações também seguindo a norma da RTQ-R (2012). Porém foi optado por dar exemplos de dados da NBR15575 (2021) por ser a norma mais recente que foi publicada até então, e, portanto, serão inseridos exemplos de dados dessa norma. Logo, não é obrigatório inserir apenas informações da NBR15575 (2021). Essas informações serão alteradas de acordo com a norma que for escolhida a ser utilizada e depende das características de seu objetivo.

Seguindo a NBR15575 (2021), sua especificação é que o valor do calor dissipado por cada ocupante do local **deve ser os mesmos para todos os dias do ano**, seguindo a tabela abaixo que não está completa mas que deve ser visualizada no documento da norma brasileira:

Imagem 71 - Trecho da tabela disponível na NBR 15575 (2021) quanto aos horários e porcentagem de ocupação de cada ambiente.

Horário	Ocupação		
	Dormitório %	Sala %	Uso misto %
00:00 – 00:59	100	0	100
01:00 – 01:59	100	0	100
02:00 – 02:59	100	0	100
03:00 – 03:59	100	0	100
04:00 – 04:59	100	0	100
05:00 – 05:59	100	0	100
06:00 – 06:59	100	0	100
07:00 – 07:59	100	0	100
08:00 – 08:59	0	0	0
09:00 – 09:59	0	0	0
10:00 – 10:59	0	0	0

Fonte: As autoras.

4.3.1. “Schedule:Compact” ou Rotina “Compactada”

A partir desses dados, vistos na imagem 69, pode-se preencher os campos do “Schedule:Compact”. O “Schedule:Compact” é a rotina daquela construção, que deve ser preenchida de acordo com os usos de seus ambientes. Nas imagens abaixo, estão os dados indexados para a construção utilizada durante o período da iniciação científica como meio de exemplificar o modo de inserção de cada campo. Entretanto, este trecho da rotina terá como foco os itens do que é referente ao ambiente “Dormitório” e “Sala”, como exemplificação de inserção desses dados de acordo com a norma. Portanto, fica aqui como lembrete que nesse momento é importante se atentar com todas as APPS para essas classificações abaixo:

Imagem 72 - Ilustração do primeiro trecho do Schedule para o item dormitório e sala.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
Name		Always On	Always Off	Ocupacao Dormitório	Ocupacao Sala	Luzes Dormitorios	Luzes Sala
Schedule Type Limits Name		Fraction	Fraction	Fraction	Fraction	Fraction	Fraction
Field 1	varies	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31
Field 2	varies	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Field 3	varies	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 07:00	Until: 13:00	Until: 05:00	Until: 15:00
Field 4	varies	1	0	1	0	0	0
Field 5	varies			Until: 21:00	Until: 17:00	Until: 07:00	Until: 21:00
Field 6	varies			0	0.5	1	1
Field 7	varies			Until: 24:00	Until: 21:00	Until: 21:00	Until: 24:00
Field 8	varies			1	1	0	0
Field 9	varies				Until: 24:00	Until: 24:00	
Field 10	varies				0	1	

Fonte: As autoras.

Imagem 73 - Ilustração do segundo trecho do Schedule para o item dormitório e sala.

Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11
Luzes Sala	Atividade Sala	Atividade Dormitorio	Ventilacao Set Poin	Ventilacao Natural	Equipamento Eletroi
Fraction	Any Number	Any Number	Temperature	Fraction	Fraction
Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31
For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Until: 15:00	Until: 13:00	Until: 07:00	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 14:00
0	0	81	20	0.45	0
Until: 21:00	Until: 22:00	Until: 21:00			Until: 22:00
1	108	0			1
Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00			Until: 24:00
0	0	81			0

Fonte: As autoras.

O campo “*Through*” é por quanto tempo que será avaliado, sendo no nosso caso até o dia 31 do mês 12 (a ordem é ao contrário pelo programa estar em inglês). No campo “*For*”, como já dito antes, a NBR15575 (2021) trata a avaliação para todos os dias, ou seja, “*AllDays*”. Porém, como já citamos, vai depender da norma que estiver utilizando, podendo variar entre todos os dias (*AllDays*), ou apenas fim de semanas (*Weekends*), ou até mesmo apenas os dias da semana (*Weekdays*). O campo “*Until*” trata do campo do horário na qual essa atividade está sendo realizada. No caso, na NBR15575 (2021), às 7:00h da manhã temos a ocupação completa (100%) do ambiente. Portanto esse 100% se torna “1” como um inteiro. O mesmo fator segue para os outros horários, como por exemplo às 21:00h da noite, em que a norma segue com o dado de 0% de uso e depois as 24:00h, com a ocupação de 100%.

Já na coluna Luzes Dormitório, o raciocínio é o mesmo, com o preenchimento dos dados similar ao que foi explicado anteriormente, conforme os dados da Imagem 74. A mesma lógica também segue para o preenchimento dos dados das atividades dentro da APP, conforme na Imagem 75.

Imagem 74 - Tabela 15 da NBR 15575 (2021) quantos aos padrões de uso do sistema de iluminação artificial.

Tabela 15 – Padrões de uso do sistema de iluminação artificial dos APP (continua)

Horário	Iluminação		
	Dormitório %	Sala %	Uso misto %
00:00 – 00:59	0	0	0
01:00 – 01:59	0	0	0
02:00 – 02:59	0	0	0
03:00 – 03:59	0	0	0
04:00 – 04:59	0	0	0
05:00 – 05:59	0	0	0
06:00 – 06:59	100	0	100
07:00 – 07:59	100	0	100
08:00 – 08:59	0	0	0
09:00 – 09:59	0	0	0
10:00 – 10:59	0	0	0
11:00 – 11:59	0	0	0
12:00 – 12:59	0	0	0
13:00 – 13:59	0	0	0
14:00 – 14:59	0	0	0
15:00 – 15:59	0	0	0
16:00 – 16:59	0	100	100
17:00 – 17:59	0	100	100
18:00 – 18:59	0	100	100
19:00 – 19:59	0	100	100
20:00 – 20:59	0	100	100
21:00 – 21:59	0	100	100
22:00 – 22:59	100	0	100
23:00 – 23:59	100	0	100

Fonte: NBR 15575 (2021).

Imagem 75 - Trecho da tabela 14 da NBR 15575 (2021) quanto aos padrões de uso em relação a taxa metabólica e fração radiante para os usuários.

Tabela 14 – Taxa metabólica e fração radiante para os usuários

Ambiente	Período de uso	Atividade realizada	Calor produzido por área de superfície corporal W/m ²	Calor produzido por uma pessoa com 1,80 m ² de área de superfície corporal W	Fração radiante
Dormitório	00:00 – 07:59 e 22:00 – 23:59	Dormindo ou descansando	45	81	0,30
Sala	14:00 – 21:59	Sentado ou assistindo TV	60	108	0,30
Uso misto	00:00 – 07:59 e 22:00 – 23:59	Dormindo ou descansando	45	81	0,30
	14:00 – 21:59	Sentado ou assistindo TV	60	108	0,30

Fonte: NBR 15575 (2021).

Já para os dados seguintes serão utilizadas informações fora da NBR 15575 (2021). Nem todas as referências utilizadas são de um único local. Isso se dá pela grande quantidade de elementos e a dificuldade de encontrá-las em apenas um só lugar. Novamente os dados “*Through*”, “*For*” e “*Until*” representam um período de 24 horas por dia, durante o ano todo.

Para a *Ventilação SetPoint*, o seu padrão de uso utiliza como estratégia de controle automático a temperatura, já que a abertura das janelas depende da temperatura interna do ar no ambiente, sendo essa temperatura maior ou igual a 20°C. Essa informação, no caso, foi retirada da RQT-R (2012).

Imagem 76 - Trecho da RTQ-R (2012) quanto aos padrões de uso em relação ao controle automático de temperatura.

Observação: O controle automático por temperatura é realizado através de um padrão de uso de temperatura que controla a abertura das janelas, a qual habilita a abertura da janela quando a temperatura do ar do ambiente (T_{int}) é igual ou superior à temperatura do termostato ($T_{int} \geq T_{termostato}$) e também quando a temperatura do ar do ambiente é superior à temperatura externa ($T_{int} \geq T_{ext}$). Nas simulações do método prescritivo deste RTQ foi adotada a temperatura de termostato ($T_{termostato}$) de 20°C.

Fonte: RQT-R (2012) Pág. 68.

A ventilação Natural tem como premissa “*Fraction*” ou fração, que vai depender da fração que a janela estiver aberta. No caso da nossa modelagem, a janela colocada foi uma janela de duas folhas de correr que têm como fração 45% do vão dela para ventilação natural. Portanto, preenchamos com o valor 45 (ver Imagem 77).

Imagem 77 - Trecho do catálogo de áreas efetivas para iluminação e ventilação naturais, para diferentes tipologias de esquadrias da RTQ-R (2012) do INMETRO (2010).

Tipo de janela	Ilustração	% abertura para iluminação natural	% abertura para ventilação natural
De abrir 90° (ou de giro) 1 ou 2 folhas		90	90
De correr (ou deslizante) 2 folhas		90	45
De correr (ou deslizante) 3 folhas sendo 2 venezianas		35	45

Fonte: INMETRO (2012).

4.4. “Surface Constructions Elements” ou Superfícies dos elementos da Construção

4.4.1. “Material” ou Material

Outro dado necessário a ser preenchido para a simulação é ao que se refere às propriedades termofísicas dos materiais que estão presentes nas envoltórias das edificações. Esses materiais vão variar de acordo com cada tipo de projeto e são necessários vários detalhes das composições dos materiais presentes, tanto nas vedações verticais, quanto nos elementos de cobertura, fechamentos e outros.

Características como a espessura, a absorvância, a condutividade, a densidade, o uso de revestimento e o isolamento térmico, são as características necessárias para esse tópico, no qual os dados utilizados foram retirados da tese de Almeida (2019), assim como da biblioteca de materiais do *EnergyPlus*.

Imagem 78 - Tabela exemplo de propriedades de material “telha cerâmica”.

Material	Espessura Equivalente (m)	Condutividade (W/mK)	Densidade Equivalente (kg/m ³)	Calor Específico (J/kgK)
Telha Cerâmica	0,02	1,00	1800	920

Fonte: Almeida (2019).

Imagem 79 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de “Material”.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
Name		Laje de concreto	Parede de concreto	Telha ceramica	Madeira	Parede argila	Laje argila
Roughness		Rough	Rough	MediumRough	Rough	Rough	Rough
Thickness	m	0.1	0.1	0.02	0.03	0.1	0.1
Conductivity	W/m-K	1.75	1.75	1	0.12	0.65	0.65
Density	kg/m3	2400	2400	1800	400	1300	1300
Specific Heat	J/kg-K	1000	1000	920	2300	1000	1000
Thermal Absorptance		0.27	0.5	0.7	0.9	0.5	0.27
Solar Absorptance		0.3	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3
Visible Absorptance		0.3	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3

Fonte: As autoras.

Lembrando, novamente, que é necessário adicionar essas características para cada um dos materiais da edificação a ser simulada, como demonstra a Imagem 78.

4.4.2. Material:AirGap

Este campo é um campo *default*, ou seja, padrão e, portanto, não foi alterado.

Imagem 80 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de “Material:AirGap”.

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		F04 Wall air space r	F05 Ceiling air spac
Thermal Resistance	m ² -K/W	0.15	0.18

Fonte: As autoras.

4.4.3. “WindowMaterial:Glazing” ou “Material da Janela”

Há uma diversidade de bibliotecas de materiais disponíveis com todas essas características para serem utilizadas. Além de normas, já citadas anteriormente,

pode-se encontrar a biblioteca¹ desenvolvida pelo Labeee (2017), por meio do programa *VisualDoe*, assim como a utilização da própria biblioteca base do *EnergyPlus*.

Para acessar essa biblioteca base do *EnergyPlus*, basta abrir a pasta do local de onde o arquivo do *EnergyPlus* está no seu computador, como na Imagem 81. Logo em seguida, aparecerá uma aba com diversos tipos de arquivos de pastas próprias do programa, desde componentes do mesmo até outros tipos. Acesse a pasta “*DataSets*”, como mostrado na Imagem 82, que vai redirecionar para uma outra cheia de diversos arquivos padrões. Essa pasta é bastante útil, caso não encontre as informações em outras fontes.

Imagem 81 - Ilustração da tela da localização do arquivo do programa EnergyPlus.

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
AMD	7/8/2022 3:19 PM	Pasta de arquivos	
Arquivos de Programas	1/26/2023 5:54 PM	Pasta de arquivos	
Arquivos de Programas (x86)	9/8/2022 9:43 PM	Pasta de arquivos	
Autodesk	5/25/2021 1:13 PM	Pasta de arquivos	
EnergyPlusV9-2-0	3/26/2023 4:32 PM	Pasta de arquivos	
Intel	3/26/2023 11:04 AM	Pasta de arquivos	
PerfLogs	12/7/2019 6:14 AM	Pasta de arquivos	
Riot Games	8/12/2022 9:31 AM	Pasta de arquivos	
Usuários	4/21/2021 10:00 PM	Pasta de arquivos	
Windows	3/30/2023 11:24 PM	Pasta de arquivos	

Fonte: As autoras.

Imagem 82 - Ilustração da tela da localização da pasta DataSets

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
DataSets	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
Documentation	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
ExampleFiles	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
Licenses	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
MacroDataSets	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
PostProcess	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
PreProcess	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
WeatherData	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
workflows	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
api-ms-win-core-console-l1-1-0.dll	10/23/2018 5:10 AM	Extensão de aplica...	21 KB
api-ms-win-core-console-l1-2-0.dll	10/23/2018 5:10 AM	Extensão de aplica...	21 KB
api-ms-win-core-datetime-l1-1-0.dll	10/23/2018 5:10 AM	Extensão de aplica...	21 KB
api-ms-win-core-debug-l1-1-0.dll	10/23/2018 5:10 AM	Extensão de aplica...	21 KB
api-ms-win-core-errorhandling-l1-1-0.dll	10/23/2018 5:10 AM	Extensão de aplica...	21 KB
api-ms-win-core-file-l1-1-0.dll	10/23/2018 5:10 AM	Extensão de aplica...	24 KB

Fonte: As autoras.

¹ Elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus | Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Disponível em: <<https://labeee.ufsc.br/pt-br/node/714>>. Acesso em: 3 out. 2023.

Imagem 83 - Ilustração da tela da biblioteca do EnergyPlus com diversos tipos de arquivos IDF Editor.

FMUs	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
TDV	4/27/2021 10:23 PM	Pasta de arquivos	
AirCooledChiller	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	493 KB
ASHRAE_2005_HOF_Materials	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	82 KB
Boilers	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	7 KB
California_Title_24-2008	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	65 KB
Chillers	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	1,420 KB
CompositeWallConstructions	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	26 KB
DXCoolingCoil	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	153 KB
ElectricGenerators	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	14 KB
ElectricityUSAEnvironmentalImpactFactors	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	125 KB
ElectronicEnthalpyEconomizerCurves	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	7 KB
ExhaustFiredChiller	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	3 KB
FluidPropertiesRefData	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	1,874 KB
FossilFuelEnvironmentalImpactFactors	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	32 KB
GLHERefData	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	68 KB
GlycolPropertiesRefData	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	59 KB
LCCUsePriceEscalationDataSet2012	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	124 KB
LCCUsePriceEscalationDataSet2013	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	124 KB
LCCUsePriceEscalationDataSet2014	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	124 KB
LCCUsePriceEscalationDataSet2015	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	123 KB
LCCUsePriceEscalationDataSet2016	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	123 KB
LCCUsePriceEscalationDataSet2017	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	150 KB

Fonte: As autoras.

Um exemplo disso, utilizado neste trabalho, foi a parte dos vidros na simulação. Na NBR-15575 (2021) não foi encontrada nenhuma informação obrigatória para se utilizar neste item. Logo, foi escolhido um arquivo dessa grande biblioteca, como mostrado na Imagem 83, chamado de “*WindowGlassMaterials*”. Assim, é preciso abrir esse arquivo e procurar dentro do IDF EDITOR (Imagem 84) as informações necessárias para a simulação, representadas na Imagem 85.

Imagem 84 - Ilustração da tela do arquivo “WindowGlassMaterials” utilizado para o tópico de vidros na simulação computacional.

WindowBlindMaterials	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	6 KB
WindowConstructs	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	51 KB
WindowGasMaterials	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	3 KB
WindowGlassMaterials	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	63 KB
WindowScreenMaterials	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	6 KB
WindowShadeMaterials	9/27/2019 2:47 PM	EnergyPlus Input ...	7 KB

Fonte: As autoras.

Imagem 85 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de "Window Material:Glazing".

Field	Units	Obj1
Name		Vidro comum
Optical Data Type		SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name		
Thickness	m	0.004
Solar Transmittance at Normal Incidence		0.837
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0.075
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0.075
Visible Transmittance at Normal Incidence		0.898
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0.081
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0.081
Infrared Transmittance at Normal Incidence		0
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84
Conductivity	W/m-K	0.9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittanc		
Solar Diffusing		
Young's modulus	Pa	
Poisson's ratio		
Window Glass Spectral and Incident Angle Transmittan		
Window Glass Spectral and Incident Angle Front Reflex		
Window Glass Spectral and Incident Angle Back Reflex		

Fonte: As autoras.

4.4.4. "Construction" ou "Construção"

Este tópico trata de escolher a materialidade de cada face da construção. É só escolher por meio da caixa de listagem que a interface dá com os materiais que ficaram disponíveis no programa. Esses materiais só estão aparecendo neste momento porque eles foram inseridos, um a um, na aba de materiais que já foi explicado no item anterior "4.4.1 Materials".

Imagem 86 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "Window Material:Glazing".

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Name		Exterior Floor	Interior Floor	Exterior Wall
Outside Layer		Laje de concreto	Laje de concreto	Parede argila
Layer 2		Laje de concreto	current	
Layer 3		Laje de concreto	object	
Layer 4		Parede de concreto	object	
Layer 5		Telha ceramica	object	
Layer 6		Madeira	object	
Layer 7		Parede argila	object	
Layer 8		Laje argila	object	
Layer 9		F04 Wall air space resistance	object	
Layer 10		F05 Ceiling air space resistance	object	
		Vidro comum	object	
		Air 13mm	object	
		<BLANK>		

Fonte: As autoras.

4.5. "Thermal Zones And Surfaces"

4.5.1. "GlobalGeometryRules" ou "Regras Gerais da Geometria"

Este campo é um campo *default*, ou seja, padrão e, portanto, não foi alterado.

- Starting Vertex Position: UpperLeftCorner
- Vertex Entry Direction: Counterclockwise
- Coordinate System: Relative

Imagem 87 - Ilustração da tela do IDF Editor para o campo de "Global Geometry Rules".

Field	Units	Obj1
Starting Vertex Position		UpperLeftCorner
Vertex Entry Direction		Counterclockwise
Coordinate System		Relative
Daylighting Reference Point Coordinate System		
Rectangular Surface Coordinate System		

Fonte: As autoras.

4.5.2. “Zones”, “ZoneList”, “BuildSurface: Detailed”, “Fenestration Surface: Detailed” e “Shading: Building:Detailed”

Esses dados já vem do seu arquivo IDF, de acordo com as zonas que foram criadas na modelagem. São campos referentes a detalhes de superfície quanto a modelagem.

4.6. “Detailed Ground Heat Transfer” ou “Transferência de calor detalhada no solo”

No *EnergyPlus*, as construções que entram em contato com o solo, podem ser simuladas de duas maneiras distintas. Uma delas é por meio da inserção das temperaturas médias mensais do solo diretamente em um dos campos do IDF Editor, o “*Site:GroundTemperature:BuildingSurface*”, ou então por meio do outro campo “*Detailed Ground Heat Transfer*”, que permite que se obtenha resultados mais precisos, sendo nesta última opção, a possibilidade de escolher entre dois pré-processadores : o *Slab* e o *Basement*.

Basicamente, esses tópicos vão tratar sobre a influência que o solo exerce nas temperaturas da edificação. A diferença entre esses dois processadores é que o *Slab* é utilizado para edificações que têm lajes em contato direto com o solo e o *Basement* já é aplicado em situações em que a edificação apresenta uma parte enterrada.

Nos próximos pontos, vamos explicar passo a passo todas as etapas de preenchimento do campo para o processador *Slab*, que é o que se compatibiliza com a simulação realizada na pesquisa.

4.6.1. “GroundHeatTransfer:Control” ou “Controle de transferência de calor no solo”

Este parâmetro trata de escolher qual o processador que será adotado. Como já dito anteriormente, o escolhido foi o *Slab*. Neste tópico é importante mencionar que apesar deste manual seguir os parâmetros estabelecidos pela NBR 15575 (2021), esta norma não informa ou dá nenhuma menção quanto a este tópico de temperaturas do solo e por decorrência disto, foi decidido utilizar os parâmetros indicados pela RTQ-R (2012). A RTQ-R (2012) menciona o uso do *Slab* como o processador nas simulações computacionais, como na Imagem 88.

Imagem 88 - Ilustração do trecho da norma que menciona o processador *Slab*.

*Observação: Os valores de temperatura do solo dos arquivos climáticos não são recomendados para o uso em simulações térmicas e energéticas. Para as simulações do método prescritivo deste RTQ utilizou-se o programa **Slab**, que está vinculado ao EnergyPlus, para calcular as temperaturas do solo. O programa calcula a temperatura média do solo para cada mês do ano, com base nos valores médios de temperaturas internas e externas da edificação, para o clima escolhido.*

Fonte: RTQ-R (2012, p. 72).

Imagem 89 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer:Control".

Field	Units	Obj1
Name		
Run Basement Preprocessor		No
Run Slab Preprocessor		Yes

Fonte: As autoras.

4.6.2. "GroundHeatTransfer:Slab Material"

Neste campo, serão definidas as propriedades de superfície tanto do solo e da laje que está em contato com o solo. Logo, o número de materiais a ser utilizado são dois (laje e solo). Os dados seguintes contam com informações default ou padrões do próprio programa juntamente com informações retiradas na apostila referência do processador *Slab*.

Imagem 90 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer:Material".

Field	Units	Obj1
NMAT: Number of materials		2
ALBEDO: Surface Albedo: No Snow		0.16
ALBEDO: Surface Albedo: Snow		0.4
EPSLW: Surface Emissivity: No Snow		0.94
EPSLW: Surface Emissivity: Snow		0.86
ZO: Surface Roughness: No Snow	cm	0.75
ZO: Surface Roughness: Snow	cm	0.25
HIN: Indoor HConv: Downward Flow	W/m2-K	6.13
HIN: Indoor HConv: Upward	W/m2-K	9.26

Fonte: As autoras.

4.6.3. "GroundHeatTransfer:Slab:MatlProps"

Este parâmetro define as propriedades termofísicas tanto do solo quanto da laje que estará em contato com o solo. Aqui também se mantém os dados default do EnergyPlus.

Imagem 91 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: MatlProps".

Field	Units	Obj1
RHO: Slab Material density	kg/m3	2300
RHO: Soil Density	kg/m3	1200
CP: Slab CP	J/kg-K	650
CP: Soil CP	J/kg-K	1200
TCON: Slab k	W/m-K	0.9
TCON: Soil k	W/m-K	1

Fonte: As autoras.

4.6.4. GroundHeatTransfer:Slab:BoundConds

Esse campo se refere a troca de calor que ocorre entre as camadas do solo. Nesse parâmetro, as opções destacadas em azul, conforme a Imagem 92, são selecionadas como "FALSE" pois, assim, a temperatura do solo nas camadas será estimada automaticamente pelo pré-processador Slab. Escolhemos o valor padrão porque se trata de uma alteração mínima nos resultados.

Imagem 92 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: BoundConds".

Field	Units	Obj1
EVTR: Is surface evapotranspiration modeled		FALSE
FIXBC: is the lower boundary at a fixed temperature		FALSE
TDEEPin	C	
USRHflag: Is the ground surface h specified by the use		FALSE
USERH: User specified ground surface heat transfer cc	W/m2-K	

Fonte: As autoras.

4.6.5. GroundHeatTransfer:Slab:BoundConds

Esse parâmetro está relacionado com as informações da edificação e suas condições de operação. O primeiro ponto se refere a quantidade de anos que será utilizada para se obter os resultados da simulação. Quanto maior a quantidade de anos, melhor e mais precisa sua simulação será. Assim, foi colocado o valor de 10 anos por ser, então, considerado um tipo de valor padrão satisfatório, como abordado na apostila "Manual De Simulação Computacional de Edifícios Com o Uso do Pré-Processador Slab no Programa Energyplus", 2013. Quanto a sua forma, que somente pode ser retangular, o segundo ponto se utiliza o valor 0 como valor default. No terceiro ponto, tem-se "Building Height" ou então a altura da sua edificação. Nossa edificação se trata de uma residência de 4,08 metros de altura, sendo esse dado alterado para cada projeto que vá ser simulado.

Imagem 93 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: BldgProps".

Field	Units	Obj1
IYRS: Number of years to iterate		10
Shape: Slab shape		0
HBLDG: Building height	m	4.08
TIN1: January Indoor Average Temperature Setpoint	C	26.75
TIN2: February Indoor Average Temperature Setpoint	C	25.61
TIN3: March Indoor Average Temperature Setpoint	C	24.31
TIN4: April Indoor Average Temperature Setpoint	C	23.35
TIN5: May Indoor Average Temperature Setpoint	C	22.04
TIN6: June Indoor Average Temperature Setpoint	C	21.79
TIN7: July Indoor Average Temperature Setpoint	C	22.28
TIN8: August Indoor Average Temperature Setpoint	C	23.4
TIN9: September Indoor Average Temperature Setpoint	C	24.84
TIN10: October Indoor Average Temperature Setpoint	C	26.16
TIN11: November Indoor Average Temperature Setpoint	C	27.07
TIN12: December Indoor Average Temperature Setpoint	C	27.28
TINamp: Daily Indoor sine wave variation amplitude	deltaC	0
ConvTol: Convergence Tolerance		0.1

Fonte: As autoras.

Nos pontos que apresentam o nome "TINX", sendo "X" o número de 1 a 12, estes se referem a temperatura média mensal interna da edificação nos meses que vão de janeiro a dezembro. É a média ponderada das temperaturas médias mensais de suas respectivas zonas. Para encontrar esse dado, é necessário que seja realizada uma simulação preliminar, no qual as temperaturas do solo, que estão presentes no arquivo climático, devem ser inseridas no campo "Site:GroundTemperature:BuildingSurface". Para encontrá-las no arquivo climático, abra o tipo de arquivo EPW, por meio do bloco de notas, como ensinado no item "4.2.1 Localização" ou "Site:Location". Neste bloco de notas contém várias informações, como as da temperatura, marcadas abaixo na Imagem 94. É necessário inserir os 12 primeiros números, que equivalem a cada mês do ano. Estes valores de temperatura de solo, referentes a Imagem 94, representam o valor coletado com uma distância de 50 centímetros da superfície do solo, como citado na tese de Sorgato (2009)².

Imagem 94 - Print da tela do arquivo EPW aberto como bloco de notas para visualização e inserção de dados da temperatura do solo no IDF Editor.

BRA_RJ_Rio.de.Janeiro-Galeao-Jobim.Intl.AP.837460_TMYx - Bloco de Notas	
Arquivo	Editar Formatar Exibir Ajuda
LOCATION,Rio de Janeiro Galeao Jobim Intl AP,RJ,BRA,ISD-TMYx,837460,-22.80900,-43.24400,-3.0,8.5	
DESIGN CONDITIONS,1,2017 ASHRAE Handbook -- Fundamentals - Chapter 14 Climatic Design Information,,Heating,7,14.	
TYPICAL/EXTREME PERIODS,4,Wet Season - Week Near Average For Period,Typical,12/12,12/18,Dry Season - Week Near A	
GROUND TEMPERATURES,3,.5,,,26.75,25.61,24.31,23.35,22.04,21.79,22.28,23.40,24.84,26.16,27.07,27.28,2,,,26.44,2	
HOLIDAYS/DAYLIGHT SAVINGS,No,0,0,0	
COMMENTS 1,"NCEI ISD - #years=[46] Period of Record=1973-2018; Jan=2018; Feb=1983; Mar=2016; Apr=2006; May=1979;	
COMMENTS 2,"Downloaded from Climate.Onebuilding.org -- Ground temps represent undisturbed earth temperatures - c	
DATA PERIODS,1,1,Data,Sunday,1/ 1,12/31	

Fonte: As autoras.

² Marcio José Sorgato Desempenho Térmico De Edificações Residenciais Unifamiliares Ventiladas Naturalmente. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/dissertacoes/DISSERTACAO_Marcio_Sorgato.pdf>. Acesso em: 3 out. 2023.

Isso é extremamente importante, pois é nessa parte da inserção de dados que o *EnergyPlus* vai conseguir ler a influência das temperaturas do solo nas temperaturas internas das edificações para a primeira simulação teste, que será discutida mais à frente. Os últimos campos (“*TINamp*” e “*ConvTol*”) tratam de valores *default*.

4.6.6. GroundHeatTransfer:Slab:Insulation

Nesse parâmetro são inseridos dados sobre o isolamento térmico utilizado na laje da construção. Como no Brasil não é comum utilizar isolamento embaixo da laje, foi optado por colocar 0 em todos os campos ou, então, pode-se deixar as lacunas em branco.

Imagem 95 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: Insulation".

Field	Units	Obj1
RINS: R value of under slab insulation	m ² -K/W	0
DINS: Width of strip of under slab insulation	m	0
RVINS: R value of vertical insulation	m ² -K/W	0
ZVINS: Depth of vertical insulation	m	0
IVINS: Flag: Is there vertical insulation		0

Fonte: As autoras.

4.6.7. GroundHeatTransfer:Slab:EquivalentSlab

Este campo se refere a modelação de lajes que não são retangulares. Novamente, como esse não foi o caso deste estudo, foi optado por deixar todos os valores com os dados default do próprio programa.

Imagem 96 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "GroundHeatTransfer: Slab: EquivalentSlab".

Field	Units	Obj1
APRatio: The area to perimeter ratio for this slab	m	1.54501608E+00
SLABDEPTH: Thickness of slab on grade	m	0.1
CLEARANCE: Distance from edge of slab to domain ed	m	15
ZCLEARANCE: Distance from bottom of slab to domain	m	15

Fonte: As autoras.

4.7. “Natural Ventilation and Duct Leakage

4.7.1. “Airflow Network:Simulation Control (Default)” ou Condições de ventilação

Parâmetro que trata dos parâmetros básicos que vão definir as condições para a ventilação. Esses são dados padrões.

Imagem 97 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "AirflowNetwork: SimulationControl".

Field	Units	Obj1
Name		Condicao para Vent
AirflowNetwork Control		NoMultizoneOrDistri
Wind Pressure Coefficient Type		SurfaceAverageCalc
Height Selection for Local Wind Pressure Calculation		
Building Type		LowRise
Maximum Number of Iterations	dimensionless	500
Initialization Type		ZeroNodePressures
Relative Airflow Convergence Tolerance	dimensionless	0.0001
Absolute Airflow Convergence Tolerance	kg/s	0.000001
Convergence Acceleration Limit	dimensionless	-0.5
Azimuth Angle of Long Axis of Building	deg	
Ratio of Building Width Along Short Axis to Width Along		1
Height Dependence of External Node Temperature		No
Solver		SkylineLU

Fonte: As autoras.

4.7.2. AirflowNetwork:MultiZone:Zone

Esse tópico trata da ventilação natural por meio das aberturas, tanto internas quanto externas, que estão na sua edificação. Portanto, é necessário ser feito para cada zona que foi criada na modelagem do seu estudo. Aqui vamos dar um exemplo da nossa Z1.

- Zone Name: Z1
- Ventilation Control Mode: Temperature
 - O meio escolhido para o controle da ventilação foi a temperatura. Nela fica implícito que as portas e janelas serão abertas caso a temperatura interna na zona for maior que a temperatura externa;
- Ventilation Control Zone Temperature Setpoint Schedule: Ventilacao Set Point
 - Neste ponto está pedindo o tipo de controle de ventilação que foi colocado na rotina da habitação, que no caso é o *Ventilação SetPoint*;
- Indoor and Outdoor Temperature Difference Upper Limit: 100
 - Utilizado o dado padrão;
- Indoor and Outdoor Enthalpy Difference Upper Limit: 300000
 - Utilizado o dado padrão;
- Single Sided Wind Pressure Coefficient Algorithm: Standard
 - Utilizado o dado padrão;
- Facade Width: 10
 - Utilizado o dado padrão.

Imagem 98 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "AirflowNetwork: MultiZone: Zone".

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Zone Name		Z1	Z2	Z3	Z4
Ventilation Control Mode		Temperature	Temperature	Temperature	Temperature
Ventilation Control Zone Temperature Setpoint Schedule		Ventilacao Set Point	Ventilacao Set Point	Ventilacao Set Point	Ventilacao Set Point
Minimum Venting Open Factor	dimensionless				
Indoor and Outdoor Temperature Difference Lower Limit	deltaC				
Indoor and Outdoor Temperature Difference Upper Limit	deltaC	100	100	100	100
Indoor and Outdoor Enthalpy Difference Lower Limit For	deltaJ/kg				
Indoor and Outdoor Enthalpy Difference Upper Limit for	deltaJ/kg	300000	300000	300000	300000
Venting Availability Schedule Name					
Single Sided Wind Pressure Coefficient Algorithm		Standard	Standard	Standard	Standard
Facade Width	m	10	10	10	10
Occupant Ventilation Control Name					

Fonte: As autoras.

4.7.3. AirflowNetwork:MultiZone:Surface

Este tópico também está relacionado ao controle da ventilação natural por meio das aberturas, tanto internas quanto externas, que estão na sua edificação. Entretanto, neste tópico “Surface”, ou seja, superfícies, será configurado as portas e janelas de todas as zonas da habitação, seguindo alguns valores do item anterior “4.7.2”. Como exemplo, seguem, abaixo, as informações relacionadas para a Janela 1 e Porta 1 da Zona 1, lembrando, porém, que as informações deste tópico devem ser fornecidas para todas as aberturas da construção.

- Surface Name: J1_P1_Z1
- Leakage Component Name: Janelas abrir
 - Tem que ser o mesmo nome definido no campo *Airflow Network: Multi Zone: Component: Detailed Opening*;
- Window/Door Opening Factor or Crack Factor: 1
 - Valor retirado do *AirflowNetwork:MultiZone: Component: Detailed Opening*;
- Ventilation Control Mode: Temperature
- Ventilation Control Zone Temperature Setpoint Schedule: Ventilacao Set Point
 - Tem que ser o mesmo do *Schedule Compact*;
- Indoor and Outdoor Temperature Difference Upper Limit: 100
 - Default ou dado padrão;
- Indoor and Outdoor Enthalpy Difference Upper Limit: 300000
 - Default ou dado padrão;
- Venting Availability Schedule Name: Ventilacao Natural
 - Tem que ser o mesmo do *Schedule Compact*;
- Equivalent Rectangle Method: PolygonHeight
 - Default ou dado padrão;
- Equivalent rectangle Aspect Ratio: 1
 - Default ou dado padrão;

Imagem 99 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "AirflowNetwork: MultiZone: Surface".

Field	Units	Obj1
Surface Name		J1_P1_Z1
Leakage Component Name		Janelas abrir
External Node Name		
Window/Door Opening Factor, or Crack Factor	dimensionless	1
Ventilation Control Mode		Temperature
Ventilation Control Zone Temperature Setpoint Schedules		Ventilacao Set Point
Minimum Venting Open Factor	dimensionless	
Indoor and Outdoor Temperature Difference Lower Limit for Venting	deltaC	
Indoor and Outdoor Temperature Difference Upper Limit for Venting	deltaC	100
Indoor and Outdoor Enthalpy Difference Lower Limit for Venting	deltaJ/kg	
Indoor and Outdoor Enthalpy Difference Upper Limit for Venting	deltaJ/kg	300000
Venting Availability Schedule Name		Ventilacao Natural
Occupant Ventilation Control Name		
Equivalent Rectangle Method		PolygonHeight
Equivalent Rectangle Aspect Ratio	dimensionless	1

Fonte: As autoras.

4.7.4. AirflowNetwork:MultiZone:Component:DetailedOpening

Nesse campo são especificadas as superfícies, atribuindo valores para quando elas estão abertas ou fechadas. Novamente, essas informações estão seguindo a

tabela da NBR 15575 (2021), que especifica esses valores para cada situação. Porém, como já dito em itens anteriores, esses valores podem ser obtidos de outras fontes. Abaixo, tem-se um exemplo referente às portas da simulação da pesquisa realizada, preenchendo com seus respectivos dados. É necessário que isso, também, seja feito com as janelas e seus respectivos dados.

Imagem 100 - Tabela da NBR 15575 (2021) quanto aos parâmetros de coeficientes de fluxo de ar para janelas e portas em uma habitação.

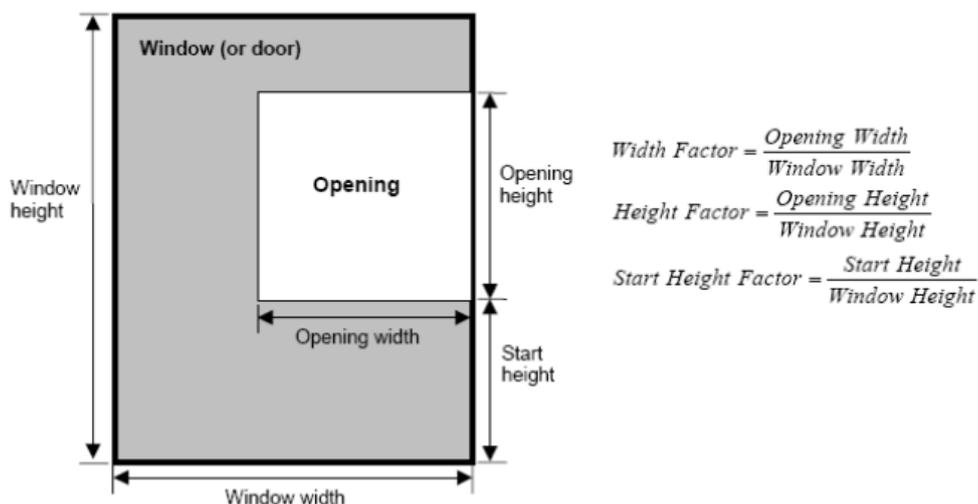
Parâmetros	Portas	Janelas
Coefficiente de fluxo de ar por frestas, quando a abertura está fechada kg/(s.m)	0,002 4	0,000 63
Expoente de fluxo de ar por frestas quando a abertura está fechada (adimensional)	0,59	0,63
Coefficiente de descarga (C_d) da abertura (adimensional)	0,60	0,60

Fonte: As autoras.

- Name: Portas
- Air Mass Flow Coefficient When Opening is Closed: 0,0024
 - Esse valor está relacionado com o coeficiente da massa de ar quando portas e janelas estiverem fechadas. Não existe um valor default para este objeto, porém o valor deve ser maior que zero. Foi utilizado o valor da tabela da NBR 15575 (2021);
- Air Mass Flow Exponent When Opening is Closed: 0,59
 - Valor relacionado com o expoente da massa de ar quando as superfícies estiverem fechadas. Existe um valor *default*, sendo 0,50, mas o mesmo pode ser alterado e variado entre 0,50 e 1,00. Foi utilizado o dado da NBR 15575 (2021);
- Type of Rectangular Large Vertical Opening (LVO) : NonPivoted
 - Especificação das portas e janelas, sendo ela “*Non-Pivoted*” ou seja, não pivotante;
- Extra Crack Length or Height of Pivoting Axis: 0
 - Adotado o valor “0” por ser uma janela não pivotante;
- Number of Sets of Opening Factor Data: 2
 - Trata da quantidade de frações de aberturas presentes na superfície. Então, basicamente, se ela abre e fecha, então tem-se 2 frações;
- Opening Factor 1: 0
 - Pode variar até 1. Para as aberturas do tipo “*non-pivoted*”, ou seja, não pivotantes, trata-se do tamanho da abertura da porta, ou seja, ora a porta está fechada (0) ora aberta (1);
- Discharge Coefficient for Opening Factor 1: 0,001
 - Valor padrão;

Para alguns pontos, é necessário entender a fração de abertura desta porta ou janela em relação ao tamanho total deste objeto, como exemplificado na apostila referência “*Manual de Simulação Computacional de Edifícios Naturalmente Ventilados No Programa Energyplus – Versão 8.0*”, de 2013, do Labbee. Estes próximos tópicos tratam esta relação, como exemplificado abaixo, na figura 101:

Imagem 101 - Ilustração esquemática das frações entre a abertura e o tamanho de portas ou janelas.



Fonte: Veiga *et al*, 2020.

- Width Factor for Opening Factor 1: 0
 - Razão entre a largura da abertura pela largura da porta ou janela. Aqui, se considera o valor padrão 0.
- Height Factor for Opening Factor 1: 0
 - Razão entre a altura da abertura pela altura da porta ou janela. Aqui, se considera o valor padrão 0.
- Start Height Factor for Opening Factor 1: 0
 - Razão da altura do piso até a parte inferior da janela, ou porta, pela abertura da janela ou porta. Aqui, se considera o valor padrão 0.
- Opening Factor 1: 0
 - Pode variar até 1. Para as aberturas do tipo “*non-pivoted*”, ou seja, não pivotantes, trata do tamanho da abertura da porta, ou seja, ora a porta está fechada (0) ora aberta (1).
- Discharge Coefficient for Opening Factor 2 : 0,6
 - Valor retirado da tabela da NBR 15575 (2021).
- Width Factor for Opening Factor 2: 1
 - Razão entre a largura da abertura pela largura da porta ou janela. Aqui, se considera o valor padrão 1.
- Height Factor for Opening Factor 2: 1
 - Razão entre a altura da abertura pela altura da porta ou janela. Aqui, se considera o valor padrão 1.
- Start Height Factor for Opening Factor 2: 1
 - Razão da altura do piso até a parte inferior da janela ou porta pela abertura da janela ou porta. Aqui, se considera o valor padrão 1.

Imagem 102 - Print da tela do IDF Editor para o campo de AirflowNetwork: MultiZone: Component: DetailedOpening".

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Name		Portas	Janelas abrir	Janelas Banheiro
Air Mass Flow Coefficient When Opening is Closed	kg/s-m	0.0024	0.00063	0.00063
Air Mass Flow Exponent When Opening is Closed	dimensionless	0.59	0.63	0.63
Type of Rectangular Large Vertical Opening (LVO)		NonPivoted	NonPivoted	NonPivoted
Extra Crack Length or Height of Pivoting Axis	m	0	0	0
Number of Sets of Opening Factor Data		2	2	2
Opening Factor 1	dimensionless	0	0	0
Discharge Coefficient for Opening Factor 1	dimensionless	0.001	0.001	0.001
Width Factor for Opening Factor 1	dimensionless	0	0	0
Height Factor for Opening Factor 1	dimensionless	0	0	0
Start Height Factor for Opening Factor 1	dimensionless	0	0	0
Opening Factor 2	dimensionless	1	1	1
Discharge Coefficient for Opening Factor 2	dimensionless	0.6	0.6	0.6
Width Factor for Opening Factor 2	dimensionless	1	1	1
Height Factor for Opening Factor 2	dimensionless	1	1	1
Start Height Factor for Opening Factor 2	dimensionless	0	0	0
Opening Factor 3	dimensionless			
Discharge Coefficient for Opening Factor 3	dimensionless			
Width Factor for Opening Factor 3	dimensionless			
Height Factor for Opening Factor 3	dimensionless			
Start Height Factor for Opening Factor 3	dimensionless			
Opening Factor 4	dimensionless			

Fonte: As autoras.

4.8. "Output Reporting" ou "Dados de Saída"

4.8.1. "Output : Variable"

Esse campo trata dos dados de saída resultantes da simulação. De acordo com a NBR15575 (2021), no item 11.4.7.5, é necessário que os dados de saída da simulação sejam requeridos a cada hora do ano no modelo idealizado, sendo um total de 8760 valores possíveis. Além disso, modelos que se valem do uso da ventilação natural devem ter como variável de saída, para cada zona de APP, a temperatura operativa horária. Este é o caso desta pesquisa, pois, novamente, está sendo utilizada a NBR 15575 (2021) como norma. Após esses dados, basta adicionar as informações mencionadas acima e que estão ilustradas na tabela a seguir:

Imagem 103 - Print da tela do IDF Editor para o campo de "Output:Variable".

Field	Units	Obj1
Key Value		*
Variable Name		Zone Operative Ter
Reporting Frequency		Hourly
Schedule Name		

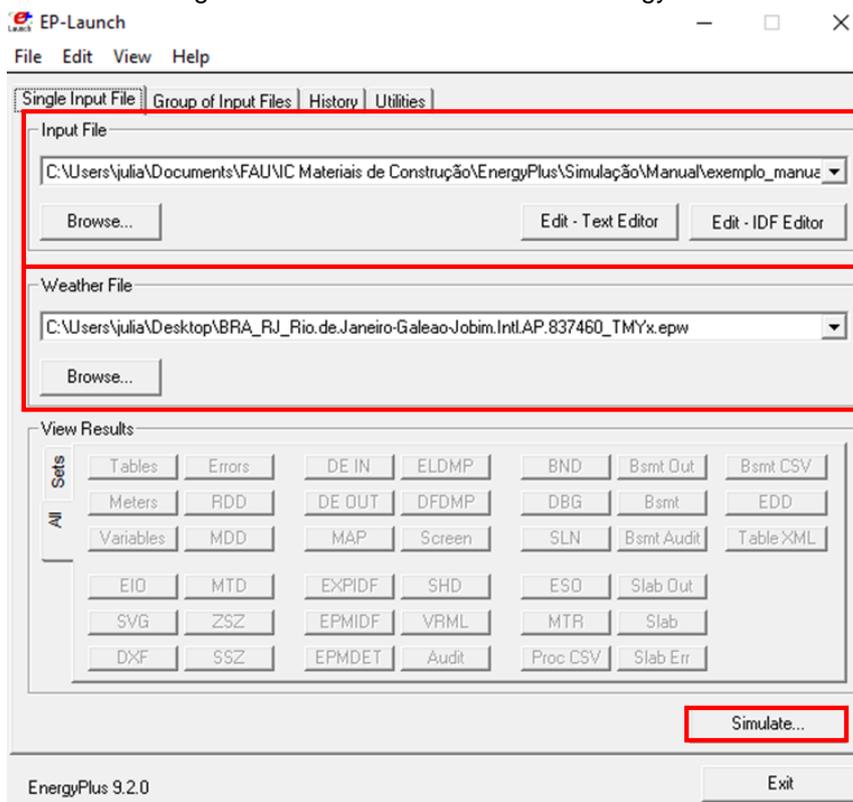
Fonte: As autoras.

Um outro fator importante de citar em relação a este campo é que só é passível de preenchimento após a realização da primeira simulação, ou seja, uma simulação preliminar. Esta simulação será explicada no próximo tópico, a seguir.

5. PRIMEIRA SIMULAÇÃO

Para realizar a primeira simulação, abra o programa *EnergyPlus* ou clique duas vezes sobre o arquivo IDF que você salvou após adicionar os dados (tópico 04). Se optar por abrir o programa *EnergyPlus*, em “*Input File*” busque no seu computador o arquivo IDF que você deseja, conforme a Imagem 104. Em “*Weather File*”, busque o arquivo climático que você fez download (passo a passo no tópico 4). É importante que o arquivo climático esteja salvo em um local de fácil acesso em seu computador, facilitando o seu uso durante a simulação, sem que o programa tenha que percorrer diversas pastas. Uma solução é salvar seu arquivo climático na área de trabalho.

Imagem 104 - Print da tela inicial do EnergyPlus.



Fonte: As autoras.

Clique em “*Simulate*” e aguarde a simulação ser concluída. É normal aparecer uma tela preta (chamada *prompt de comando*) com alguns dados, o que significa que a simulação está funcionando (Imagem 105). O tempo médio de duração da simulação vai depender da complexidade de cada projeto, de quantos elementos precisam ser analisados. Ao finalizar, irá aparecer uma tela dizendo que sua simulação foi concluída, o tempo de duração e quantos erros ocorreram, conforme a Imagem 106.

Imagem 105 - Tela preta do processamento da simulação.

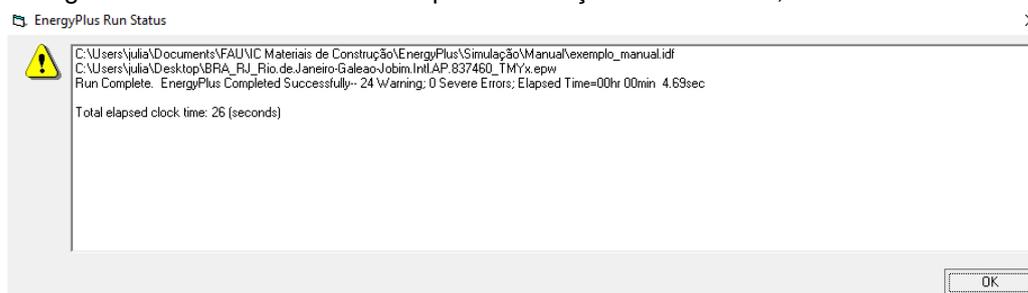
```

C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST out.idf DEL out.idf
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST eplusout.inp DEL eplusout.inp
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>
delight.out
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST eplusout.delighteldmp DEL eplusou
t.delighteldmp
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST eplusout.delightdfmp DEL eplusou
t.delightdfmp
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST epluscreen.csv DEL epluscreen.c
sv
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST in.imf DEL in.imf
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST in.idf DEL in.idf
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST in.epJSON DEL in.epJSON
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST in.stat DEL in.stat
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST out.idf DEL out.idf
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>IF EXIST eplusout.inp DEL eplusout.inp
C:\Users\julia\DOCUME~1\FAU\ICMATE~1\ENERGY~1\SIMULA~1\Manual\EPTEMP-00000001>

```

Fonte: As autoras.

Imagem 106 - Tela final avisando que a simulação foi concluída, com o relatório final.



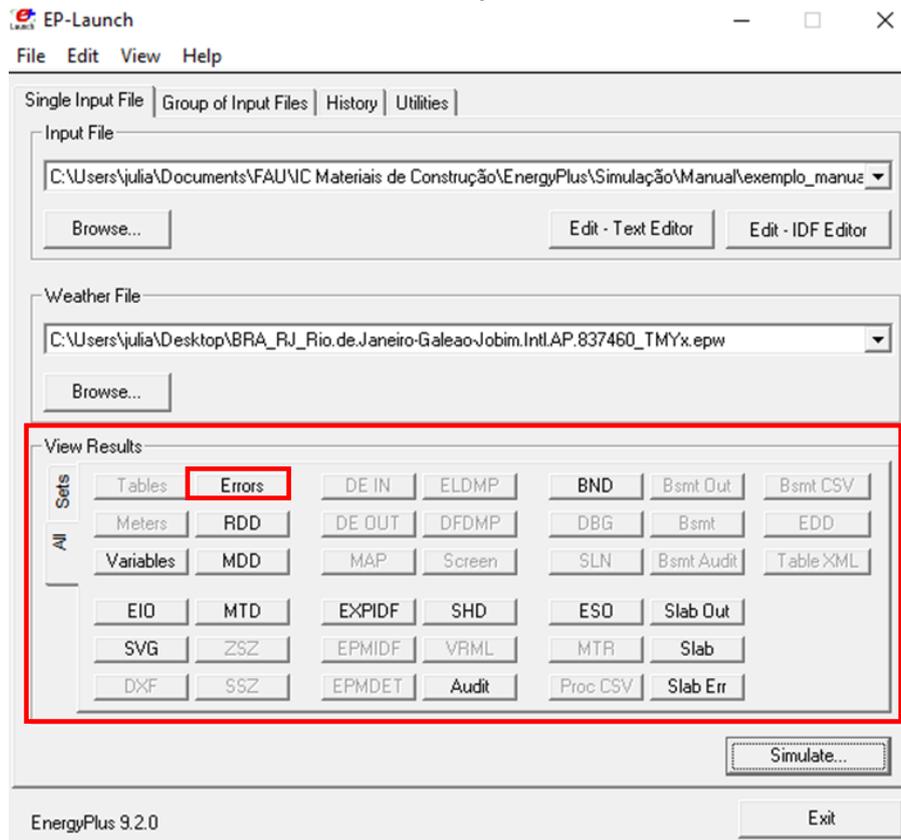
Fonte: As autoras.

Para analisar cada erro com mais cuidado, volte para o programa *EnergyPlus* e, em “View Results”, clique em “Errors” (Imagem 107). Irá abrir um bloco de notas com todos os erros listados, conforme a Imagem 108. Essa etapa só é possível após realizar a primeira simulação. Existem três tipos de erros:

- *Fatal Error*: Um erro grave que impede que a simulação seja 100% concluída. Conserte o problema e refaça a simulação.
- *Severe Error*: Um erro que recomenda-se corrigir, pois pode estar alterando algum resultado final.
- *Warning Error*: Um erro não grave, que não impede a simulação de ser concluída e que pode ou não ser corrigido.

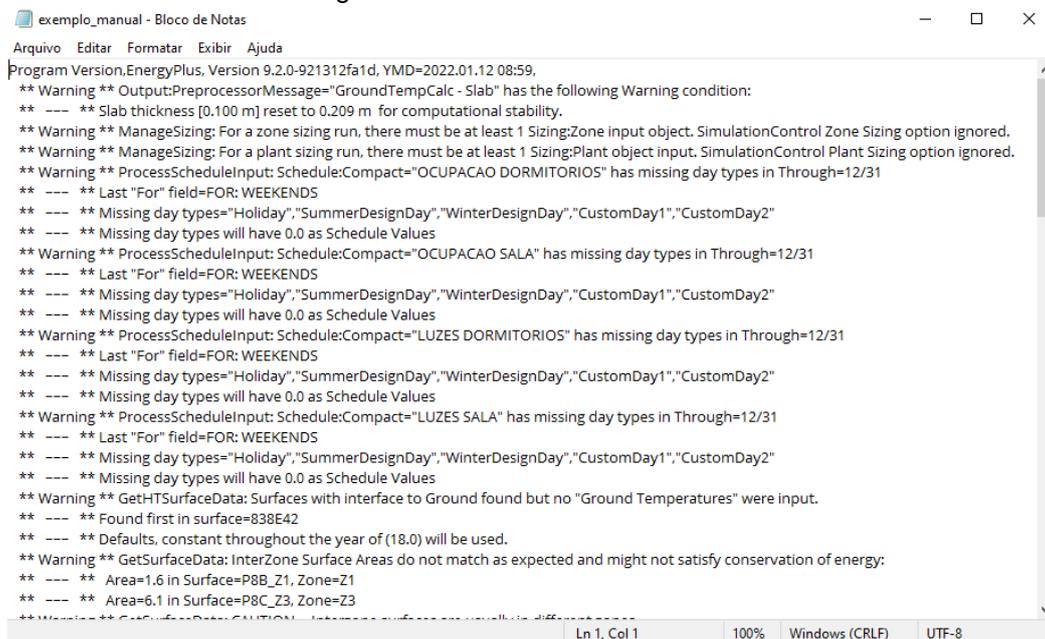
Para resolver cada erro é preciso ler o relatório gerado pelo programa. É importante também voltar ao arquivo de input dados, para alterar o que pode estar gerando o erro. Uma boa maneira também de entender os erros, é buscar ajuda em fóruns.

Imagem 107 - Tela inicial do *EnergyPlus* com novas ferramentas desbloqueadas após a primeira simulação.



Fonte: As autoras.

Imagem 108 - Print do relatório de erros.



Fonte: As autoras.

Observe que, após a primeira simulação, diversos arquivos foram gerados (Imagem 109). Entre eles, o mais importante é a tabela excel, que contém os valores para análise do seu projeto. Para maior organização, é recomendado sempre salvar o arquivo IDF sozinho dentro de uma pasta, para que todos os arquivos gerados após simulação possam ficar reunidos com seu respectivo gerador.

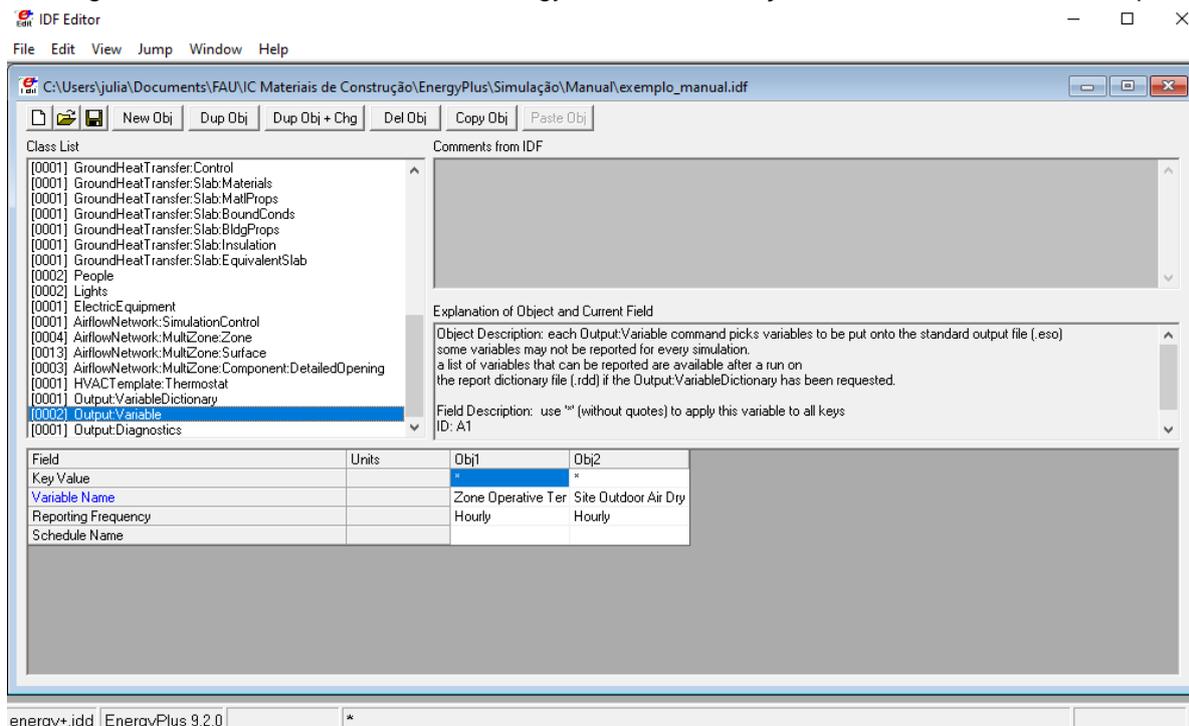
Imagem 109 - Print de arquivos gerados após a primeira simulação.

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
EXEMPL~1.epJSONout	12/01/2022 08:59	Arquivo EPJSONO...	129 KB
exemplo_manual.audit	12/01/2022 08:59	Arquivo AUDIT	2 KB
exemplo_manual.bnd	12/01/2022 08:59	Arquivo BND	7 KB
exemplo_manual	12/01/2022 08:59	Arquivo de Valore...	1.071 KB
exemplo_manual.eio	12/01/2022 08:59	Arquivo EIO	16 KB
exemplo_manual	12/01/2022 08:59	Error log	9 KB
exemplo_manual.eso	12/01/2022 08:59	Arquivo ESO	1.481 KB
exemplo_manual	12/01/2022 08:59	EnergyPlus Expan...	234 KB
exemplo_manual	26/11/2021 14:33	EnergyPlus Input ...	133 KB
exemplo_manual.mdd	12/01/2022 08:59	Arquivo MDD	6 KB
exemplo_manual.mtd	12/01/2022 08:59	Arquivo MTD	15 KB
exemplo_manual.rdd	12/01/2022 08:59	Arquivo RDD	33 KB
exemplo_manual.rvaudit	12/01/2022 08:59	Arquivo RVAUDIT	1 KB
exemplo_manual.shd	12/01/2022 08:59	Arquivo SHD	18 KB
exemplo_manual.slab	12/01/2022 08:59	Arquivo SLAB	12 KB
exemplo_manual	12/01/2022 08:59	Microsoft Edge H...	1 KB
exemplo_manual_slab.ger	12/01/2022 08:59	Arquivo GER	2 KB
exemplo_manual_slab.out	12/01/2022 08:59	Arquivo OUT	3 KB

Fonte: As autoras.

Como já comentado no tópico anterior, os dados de saída só podem ser pedidos depois de realizar a primeira simulação. Retorne ao seu IDF *Editor* e acrescente os dados de saída em *Output:Variable*, conforme a Imagem 110. Vale lembrar que os dados de saída irão variar de acordo com o objetivo de cada simulação, assim como de qual norma está sendo usada como base. Salve e refaça sua simulação (lembrando que a cada nova simulação, novos arquivos de saída serão gerados. Se preferir, organize em outra pasta).

Imagem 110 - Print do IDF Editor do EnergyPlus com a inserção dos dados de saída no Output.



Fonte: As autoras.

6. RESULTADOS

Quando a simulação termina, o programa vai gerar diversos arquivos sendo um deles no formato *.xls/x*, ou seja, arquivo do tipo *Excel*, no qual terá todos os resultados de saída da simulação que foi realizada. Entretanto, ao abrir esse arquivo, nota-se que ele virá em um formato diferente do usual, já que o idioma do programa *EnergyPlus* é a língua inglesa. Logo, o formato de organização dos dados vem de maneira diferente do convencional, precisando substituir a vírgula pelo ponto.

Imagem 111 - Print do arquivo gerado pelo IDF Editor.

A1	Date/Time	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Date/Tim	Environm	Z1:Zone C	Z4:Zone C	Z3:Zone C	Z2:Zone C	Z5:Zone C	Calculo Z:	Calculo Z:	Calculo Z:	Calculo Z:	Calculo Z5
2	01/01 0:	26,41666	30,18195	30,59861	30,42534	31,03521	30,07438	4,181959	4,598612	4,425342	5,035213	4,074389453
3	01/01 0:	25,41666	29,79259	30,29081	30,12927	30,74543	29,35562	3,792592	4,290813	4,129272	4,745432	3,35562983
4	01/01 0:	25	29,42514	30,00626	29,84810	30,46387	28,71991	3,425145	4,006261	3,848106	4,463875	2,719914702
5	01/01 0:	25,05833	29,07358	29,71783	29,56755	30,18444	28,05317	3,073584	3,717830	3,567557	4,184446	2,053173784
6	01/01 0:	25,04166	28,73487	29,43092	29,28665	29,90607	27,37306	2,734873	3,430922	3,286658	3,906073	1,373069156
7	01/01 0:	25,58333	28,47257	29,21706	29,10916	29,65299	27,30735	2,472570	3,217062	3,109161	3,652996	1,307352795
8	01/01 0:	25,825	28,48757	29,57259	29,70007	29,46844	29,79340	2,487574	3,572598	3,700072	3,468444	3,793402339
9	01/01 0:	26,45833	28,68983	29,19369	29,52430	29,39970	34,72673	2,689834	3,193696	3,524300	3,399707	8,726735083
10	01/01 0:	28,75	28,97006	29,78279	30,25771	29,44327	42,14717	2,970066	3,782794	4,257715	3,443271	16,14717313
11	01/01 1:	30,29166	29,27381	30,69051	30,99427	29,54822	49,13291	3,273814	4,690515	4,994271	3,548225	23,1329101
12	01/01 1:	31,375	29,63173	31,51784	31,44503	29,72330	53,94019	3,631735	5,517845	5,445030	3,723307	27,94019327
13	01/01 1:	32	30,04805	32,03412	31,79127	29,95876	57,03582	4,048057	6,034121	5,791272	3,958766	31,03582458
14	01/01 1:	32	30,46029	32,30181	32,04117	30,21794	57,10359	4,460293	6,301814	6,041178	4,217946	31,10359545
15	01/01 1:	32,58333	31,04684	32,55014	32,29707	30,54382	55,57781	5,046841	6,550143	6,297073	4,543825	29,5778149
16	01/01 1:	33	31,73474	32,75148	32,52292	31,18795	54,27275	5,734749	6,751486	6,522929	5,187952	28,27275118
17	01/01 1:	32,125	32,48066	32,84675	32,63471	32,08580	51,28263	6,480665	6,846758	6,634710	6,085809	25,28263864
18	01/01 1:	31,20833	33,43445	32,96583	32,62803	32,84935	46,85092	7,434457	6,965835	6,628035	6,849354	20,85092206
19	01/01 1:	29,83333	33,79350	32,88549	32,46125	33,19985	40,98802	7,793505	6,885496	6,461258	7,199854	14,98802493
20	01/01 1:	28,41666	33,56693	32,49590	32,12141	33,05842	36,23440	7,566935	6,495906	6,121414	7,058425	10,23440854
21	01/01 2:	27,41666	32,92179	31,97778	31,67433	32,68876	33,77576	6,921797	5,977788	5,674337	6,688768	7,775767266

Fonte: As autoras.

Portanto, é necessário que mude as configurações de idioma do seu computador para inglês nas Configurações de Data do *Windows*, pois assim será possível visualizar o arquivo de maneira correta. Logo, em seguida, salve o arquivo e mude o idioma de volta para o Português (BR). Assim, conseguirá sempre abrir e ler o arquivo. Caso o computador usado já tenha esta opção de linguagem alterada, o arquivo consegue ser aberto da forma que a leitura dos dados é direta.

Imagem 112 - Print da tabela excel gerada pelo IDF Editor já convertida para a língua portuguesa.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Date/Time	Environm	Z1:Zone O	Z4:Zone O	Z3:Zone O	Z2:Zone O	Z5:Zone O
2	01/01 01:	26.41667	29.66376	30.21594	30.079	30.59457	29.86311
3	01/01 02:	25.41667	29.26945	29.89615	29.77232	30.3034	29.12577
4	01/01 03:	25	28.89974	29.59248	29.47531	30.02317	28.46775
5	01/01 04:	25.05833	28.54731	29.29244	29.18153	29.74451	27.781
6	01/01 05:	25.04167	28.21203	29.00154	28.89374	29.46351	27.08901
7	01/01 06:	25.58333	27.96116	28.79575	28.7282	29.20679	27.0248
8	01/01 07:	25.825	28.01926	29.20243	29.41102	29.02581	29.5146
9	01/01 08:	26.45833	28.27778	28.90979	29.34783	28.97276	34.58312
10	01/01 09:	28.75	28.62745	29.631	30.25303	29.03904	42.29332
11	01/01 10:	30.29167	29.02946	30.71286	31.1465	29.18274	49.68564
12	01/01 11:	31.375	29.49155	31.66402	31.6641	29.40992	54.82218
13	01/01 12:	32	29.99369	32.18245	32.00355	29.695	58.12618
14	01/01 13:	32	30.47957	32.38837	32.19972	30.00159	58.27251
15	01/01 14:	32.58333	31.10941	32.55853	32.3784	30.35848	56.68507
16	01/01 15:	33	31.8135	32.69016	32.53697	31.04374	55.28647
17	01/01 16:	32.125	32.57838	32.73331	32.59512	31.97475	52.14656
18	01/01 17:	31.20833	33.54603	32.84684	32.53391	32.76058	47.49547
19	01/01 18:	29.83333	33.86757	32.7397	32.30797	33.09031	41.37345
20	01/01 19:	28.41667	33.54096	32.26128	31.89982	32.88088	36.4009

Fonte: As autoras.

A tabela que foi gerada, vai apresentar os valores de saída para cada zona, de acordo com o seu arquivo. Neste caso, tinham-se 5 zonas. Portanto, o programa gerou 5 colunas, no qual cada linha representa cada hora de cada dia do ano (primeira coluna é a data e a hora de cada dia do ano). Além disso, também foi pedido como dado de saída a temperatura de bulbo seco do ambiente, que se encontra na segunda coluna. Ou seja, para cada informação pedida como dado de saída, o *EnergyPlus* gerará uma coluna, e para cada hora e dia do ano será gerada uma linha.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Edificações Habitacionais – Desempenho. NBR 15575. Rio de Janeiro, 2021.

ALMEIDA, T. P. A Influência Dos Materiais De Sistemas De Vedações Verticais No Desempenho Termo-energético De Edificações: Habitações De Interesse Social No Rio De Janeiro. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 220 p. 2019.

BIG LADDER SOFTWARE. Euclid. Disponível em:

<<https://bigladdersoftware.com/projects/euclid/>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

COSTA, V. A. C. DA; CHVATAL, K. M. S. Manual do Pré-Processador Slab. Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU/USP-SC). São Carlos, 2017.

CLIMATE.ONEBUILDING.ORG.

Disponível

em:<<https://www.climate.onebuilding.org/>>. Acesso em: 6 fev. 2023.

ENERGYPLUS. Disponível em: <<https://energyplus.net/>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

INMETRO -Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Serviço Público Federal, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Portaria nº 18 de 16 de janeiro, 2012.

VEIGA, R. K, ELI, L. G., OLINGER, M. S., MAZZAFERO, L., PEREIRA, H. A. C., MELO, A. P, VERSAGE, R., SORGATO, M., LAMBERTS, R.. Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Civil. Manual de Simulação Computacional de Edifícios Naturalmente Ventilados no Programa EnergyPlus, 2020.

MAZZAFERRO, L., SORGATO, M. J., VERSAGE, R., MELO, A. P., LAMBERTS, R. Manual de Simulação Computacional de edifícios com o uso do pré-processador *Slab* no programa *EnergyPlus*. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), 2013, Florianópolis (Santa Catarina), Universidade Federal de Santa Catarina, 29 p.

MELO, A. P., WESTPHAL, F. S., MATOS, M. Apostila do curso básico do programa *EnergyPlus*. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), 2009, Florianópolis (Santa Catarina), Universidade Federal de Santa Catarina, 24 p.

PEREIRA, H. A. C., MELO, A. P., VERSAGE, R., SORGATO, M., LAMBERTS, R. Manual de Simulação Computacional de edifícios naturalmente ventilados no programa *EnergyPlus* - Versão 8.0. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), 2013, Florianópolis (Santa Catarina), Universidade Federal de Santa Catarina, 56 p.

SORGATO, M. Desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares ventiladas naturalmente. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 216 p. 2009.

SOUZA, C. R. Avaliação do Desempenho Térmico de Vedações em Blocos de Concreto Produzidos com Lã de Rocha. Tese de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 187 p. 2017.

RTQ-R -Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Brasília, 2012.

VERSAGE, R., LAMBERTS, R. Tutorial OpenStudio 1.0. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), 2010, Florianópolis (Santa Catarina), Universidade Federal de Santa Catarina, 20 p.

WESTPHAL, F. S., LAMBERTS, R. Introdução ao *EnergyPlus*. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), 2006, Florianópolis (Santa Catarina), Universidade Federal de Santa Catarina, 45 p.