



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

Manual de uso do objeto *Energy Management System* do programa *EnergyPlus*

Ana Paula Melo
Leonardo Mazzaferro
Letícia Gabriela Eli
Marcelo Salles Olinger
Rayner Maurício e Silva Machado
Roberto Lamberts

Florianópolis, janeiro de 2018



INFORMAÇÕES GERAIS

Este manual foi elaborado com o objetivo de auxiliar o usuário do programa *EnergyPlus* a inserir os parâmetros necessários para simular edificações híbridas, naturalmente ventiladas e condicionadas, utilizando a versão 8.8 do programa. A elaboração do manual baseou-se nos resultados de simulações computacionais com a integração do uso da ventilação natural e do sistema de condicionamento de ar, e nos documentos *Input Output Reference* e *Engineering Reference*, fornecidos pelo programa *EnergyPlus*. O manual é apresentado de forma clara e objetiva, descrevendo os *inputs* necessários para a simulação computacional de edificações híbridas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. EXERCÍCIO EXEMPLO	3
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7



1. INTRODUÇÃO

O manual do uso do objeto *Energy Management System*, do programa EnergyPlus, será apresentado de acordo com um exercício exemplo de uma edificação unifamiliar.

O programa EnergyPlus, possibilita simulações confiáveis de diversas tipologias arquitetônicas, sistemas construtivos e condicionamento de ar. A ventilação natural no programa EnergyPlus é determinada pelo objeto *AirflowNetwork* que calcula o fluxo de ar entre zonas e o exterior, através de frestas e janelas. A estratégia do uso da ventilação natural no programa EnergyPlus é abordada no Manual de simulação computacional de edifícios naturalmente ventilados no programa Energyplus – versão 8.8 (LabEEE, 2017).

Nos controles convencionais do programa EnergyPlus não é possível controlar a operação integrada do sistema de condicionamento artificial com a ventilação natural. A integração do sistema de condicionamento artificial com a ventilação natural foi realizada através do *Energy Management System* (EMS), recurso que possibilita controles avançados durante o processo da simulação no programa EnergyPlus. O EMS realiza a leitura e a troca de informações durante o processamento da simulação a cada timestep. As condições de controle são definidas no arquivo de simulação (IDF), através da sintaxe do objeto EMS.

2. EXERCÍCIO EXEMPLO

Como exemplo, foi utilizada uma edificação residencial unifamiliar (Figura 1) de um pavimento tipo. As divisões dos ambientes da edificação são apresentadas na Figura 2.

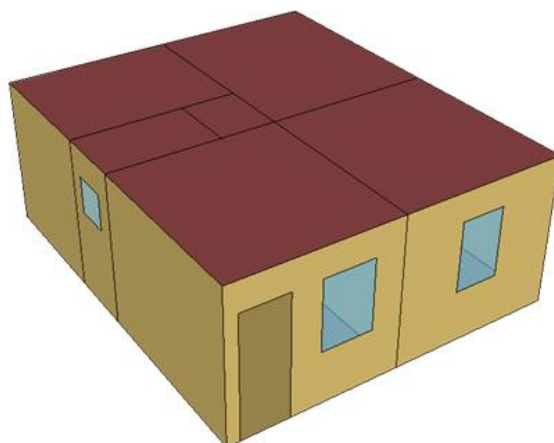


Figura 1- Edificação unifamiliar em 3D.

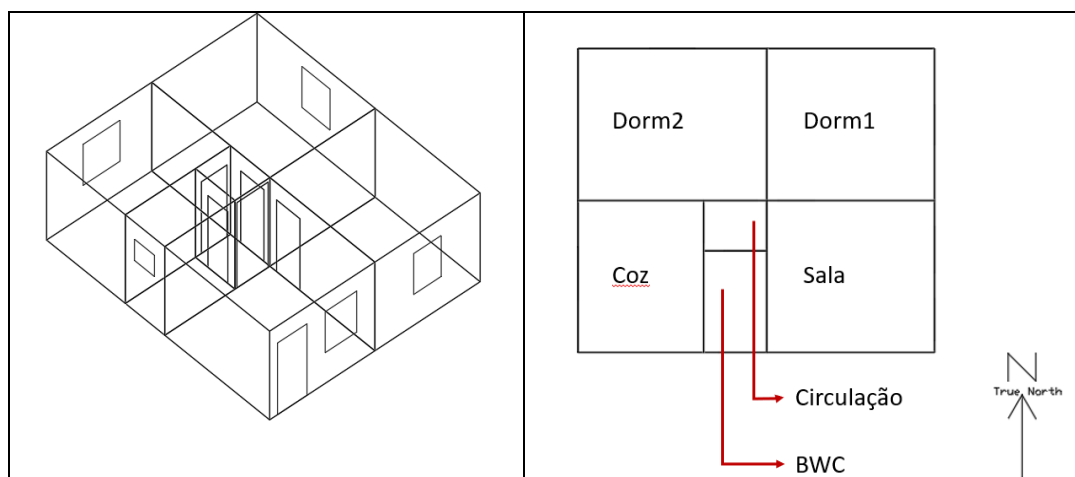


Figura 2- Divisão dos ambientes.

A edificação unifamiliar adotada permite o uso da ventilação natural e do sistema de condicionamento de ar. Dentre as características do envelope e dos sistemas presentes na edificação, destacam-se:

- Paredes externas com transmitância térmica de $U: 2,46\text{W}/\text{m}^2\text{K}$;
- Cobertura com transmitância térmica de $2,06\text{W}/\text{m}^2\text{K}$;
- Absortância térmica das paredes e coberturas de 0,5;
- Vidro: simples 3 mm com transmitância térmica de $U: 5,7\text{W}/\text{m}^2\text{K}$;
- Ocupação: 4 pessoas, 2 em cada quarto;
- Atividade metabólica: no quarto 81 Watts/pessoa; na sala 108 Watts/pessoa;
- *Schedules* de ocupação quartos: 22h00 às 8h00



- *Schedules* de ocupação sala: 14h00 às 22h00
- Iluminação: 5 W/2 nos quartos e na sala;
- Equipamentos: 120 Watts na sala;
- Temperatura de *setpoint* da ventilação: 19°C;
- *Ventilation Control Mode: Temperature*;
- Sistema de condicionamento de ar: *Ideal Loads*;
- *Setpoint* do sistema de condicionamento de ar: 23°C e 18°C.

Dentre as condições de controle do objeto *Energy Management System*, destacam-se:

- Edificação sem ocupação no período das 8h00 às 14h00, e sem a possibilidade de ventilar. Todas as janelas da edificação são consideradas fechadas neste período;
- O ambiente sala é ocupado no período das 14h00 às 22h00, com a possibilidade do uso do sistema de ventilação natural e do sistema de condicionamento de ar;
- No período das 14h00 às 22h00 os dormitórios podem somente adotar o uso da ventilação natural;
- No período das 22h00 às 8h00 os dormitórios podem somente adotar o uso da ventilação natural e do sistema de condicionamento de ar;
- Sempre que o sistema de condicionamento de ar for acionado nos ambientes sala e dormitórios, o sistema permanece ligado até o último horário de funcionamento do ambiente (até às 22h00 para a sala, e até às 08h00 para os dormitórios);
- O ambiente cozinha pode adotar o uso da ventilação natural no mesmo período de funcionamento da sala (das 14h00 às 22h00);
- O ambiente banheiro deve estar sempre com a janela aberta – ventilação constante;
- As portas de todos os ambientes devem sempre permanecer fechadas (ventilação por frestas);
- A ventilação natural é acionada pelo *Ventilation Control Mode Temperature*, adotando as 3 condições: se a temperatura interna > temperatura externa, se a temperatura interna > que 19°C, se a schedule de ventilação permitir;



- O sistema de condicionamento de ar para os ambientes é acionado acima de 26°C para *cooling*, e abaixo de 16°C para *heating*;
- Se o sistema de condicionamento de ar for acionado para *cooling*, a temperatura de *setpoint* adotada é de 23°C;
- Se o sistema de condicionamento de ar for acionado para *heating*, a temperatura de *setpoint* adotada é de 18°C.

Abaixo estão relacionados os objetos de entrada do *Energy Management System* (EMS) necessários para a simulação do uso híbrido da edificação. Neste documento, estão definidos os objetos do EMS para o ambiente sala e dormitório 1.

EnergyManagementSystemSensor:

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9
Name		Temp_Dorm1	Temp_Sala	Occup_Dorm1	Occup_Sala	Temp_Ext	Tar_D1	Tar_Sala	Sensor_HVACD1	Sensor_HVACSALA
Output Variable or Output Meter Index Key Name		Dorm1	Sala	Dorm1Occup1	Sala1	Environment	Dorm1	Sala	HVAC_Dorm1	HVAC_Sala
Output Variable or Output Meter Name		Zone Operative Temperature	Zone Operative Temperature	People Occupant Count	People Occupant Count	Site Outdoor Air Drybulb Temperature	Zone Mean Air Temperature	Zone Mean Air Temperature	Schedule Value	Schedule Value

EnergyManagementSystem:Actuator

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
Name		Controle_HVAC_Dorm1	Controle_VN_Dorm1	Controle_HVAC_Sala	Controle_VN_Sala	Controle_Veneziana_Dorm1	Controle_Veneziana_Sala
Actuated Component Unique Name		HVAC_Dorm1	VN_Dorm1	HVAC_Sala	VN_Sala	Veneziana_Dorm1	Veneziana_Sala
Actuated Component Type		Schedule:Constant	Schedule:Constant	Schedule:Constant	Schedule:Constant	Schedule:Constant	Schedule:Constant
Actuated Component Control Type		Schedule Value	Schedule Value	Schedule Value	Schedule Value	Schedule Value	Schedule Value

EnergyManagementSystem:ProgramCallingManager

Field	Units	Obj1
Name		Meu Controle HVAC
EnergyPlus Model Calling Point		BeginTimestepBeforePredictor
Program Name 1		CompDorm1Ativo
Program Name 2		CompSalaAtivo
Program Name 3		
Program Name 4		



EnergyManagementSystem:Program

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		CompDorm1Ativo	CompSalaAtivo
Program Line 1		SET Temp_Conf = ((Temp_Dorm1 >= 26) (Temp_Dorm1 <= 16))	SET Temp_Conf = ((Temp_Sala >= 26) (Temp_Sala <= 16))
Program Line 2		IF (Ocup_Dorm1 > 0) && (Temp_Conf == 1)	IF ((Ocup_Sala > 0) && (Temp_Conf == 1))
A4		Set Controle_HVAC_Dorm1 = 1	Set Controle_HVAC_Sala = 1
A5		Set Controle_VN_Dorm1 = 0	Set Controle_VN_Sala = 0
A6		Set Controle_Veneziana_Dorm1 = 1	Set Controle_Veneziana_Sala = 1
A7		ELSEIF ((Ocup_Dorm1 > 0) && (Sensor_HVACD1 > 0))	ELSEIF ((Ocup_Sala > 0) && (Sensor_HVACSALA > 0))
A8		Set Controle_HVAC_Dorm1 = 1	Set Controle_HVAC_Sala = 1
A9		Set Controle_VN_Dorm1 = 0	Set Controle_VN_Sala = 0
A10		Set Controle_Veneziana_Dorm1 = 1	Set Controle_Veneziana_Sala = 1
A11		ELSEIF ((Ocup_Sala > 0) (Ocup_Dorm1 > 0))	ELSEIF (Ocup_Sala > 0)
A12		Set Controle_HVAC_Dorm1 = 0	Set Controle_HVAC_Sala = 0
A13		IF ((Temp_Ext < Tar_D1) && (Temp_Ext > 19))	IF ((Temp_Ext < Tar_Sala) && (Temp_Ext > 19))
A14		Set Controle_VN_Dorm1 = 1	Set Controle_VN_Sala = 1
A15		Set Controle_Veneziana_Dorm1 = 0	Set Controle_Veneziana_Sala = 0
A16		ELSEIF ((Temp_Ext > Tar_D1) && (Temp_Ext > 19))	ELSEIF ((Temp_Ext > Tar_Sala) && (Temp_Ext > 19))
A17		Set Controle_VN_Dorm1 = 0	Set Controle_VN_Sala = 0
A18		Set Controle_Veneziana_Dorm1 = 1	Set Controle_Veneziana_Sala = 1
A19		ELSEIF (Temp_Ext < 19)	ELSEIF (Temp_Ext < 19)
A20		Set Controle_VN_Dorm1 = 0	Set Controle_VN_Sala = 0
A21		Set Controle_Veneziana_Dorm1 = 1	Set Controle_Veneziana_Sala = 1
A22		ENDIF	ENDIF
A23		ELSEIF (Ocup_Dorm1 == 0) && (Ocup_Sala == 0)	ELSEIF (Ocup_Sala == 0)
A24		Set Controle_HVAC_Dorm1 = 0	Set Controle_HVAC_Sala = 0
A25		Set Controle_VN_Dorm1 = 0	Set Controle_VN_Sala = 0
A26		Set Controle_Veneziana_Dorm1 = 1	Set Controle_Veneziana_Sala = 1
A27		ENDIF	ENDIF
A28			

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENERGYPLUS. Programa de simulação computacional. Disponível em: <https://energyplus.net/> Acesso em: 04 de novembro 2017.

ENGINEERING REFERENCE. Fórmulas e métodos de cálculo adotados pelo programa EnergyPlus. Disponível em: <https://energyplus.net/> Acesso em: 04 de novembro 2017.

INPUT OUTPUT REFERENCE. Dados de entrada e saída do programa EnergyPlus. Disponível em: <https://energyplus.net/> Acesso em: 04 de novembro 2017.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Manual de simulação computacional de edifícios naturalmente ventilados no programa Energyplus.** Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/M anual_Ventilacao_v8_0.pdf Acesso em: 02 de dezembro 2017.