

A

B

C

D

E

Programa de Simulação Termoenergética de Edificações

DOMUS – PROCEL EDIFICA



Copyright© 2003-2011 Domus
Todos os direitos reservados

Prof. Nathan Mendes, Dr. Eng.

domus.pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – PPGEM Laboratório de Sistemas Térmicos - LST

- Por que **Simular**?
- **Histórico** de Desenvolvimento
- **Validação**
- **Domus** - Procel Edifica
- **Etiquetagem** pelos métodos: prescritivo e simulação
- Perspectivas **Futuras**



LST

www.pucpr.br/LST

Linha de Pesquisa:

Análise Higrotérmica e Energética de Ambientes

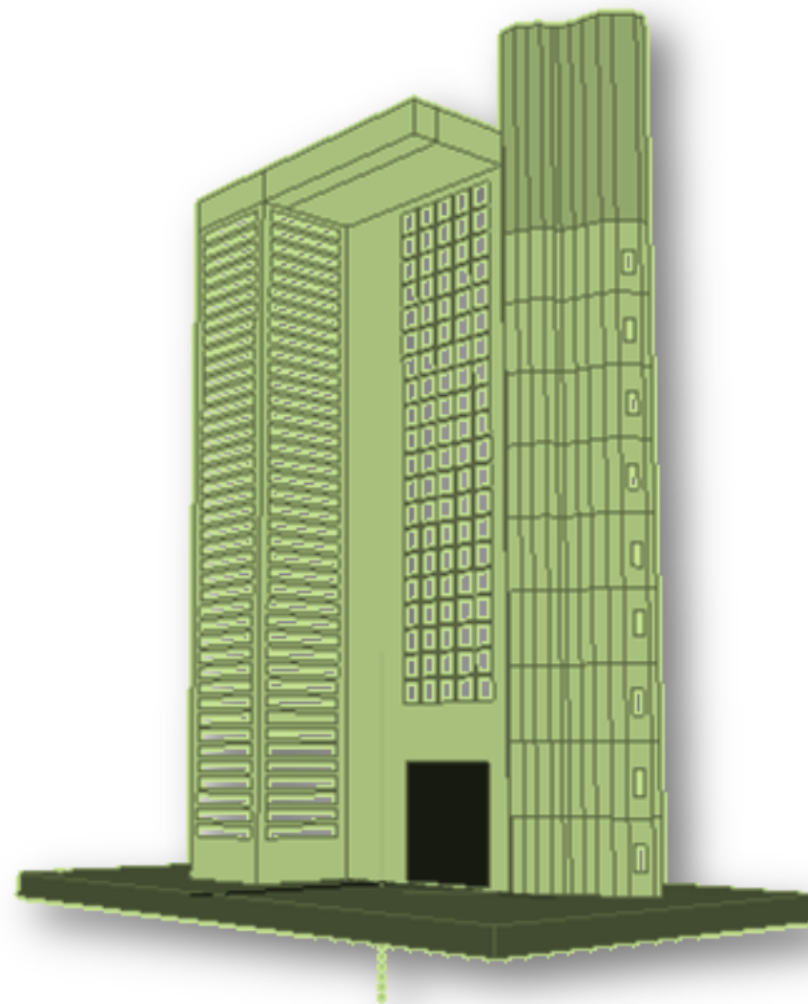
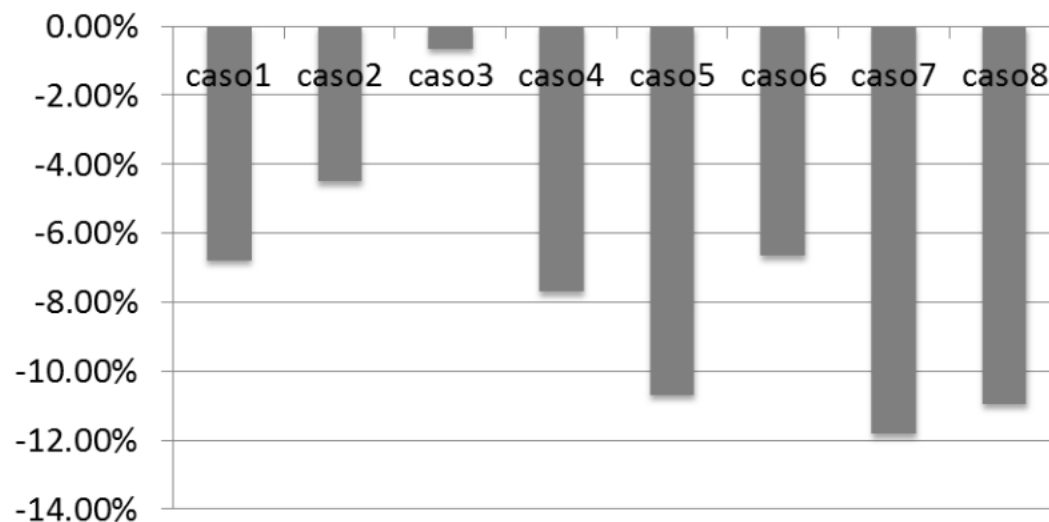
Desenvolvimento de Modelos Matemáticos,
Programas Computacionais,
Técnicas Experimentais
Estudos de Transferência de Calor e Massa



LST

| www.pucpr.br/LST

■ Por que Simular?

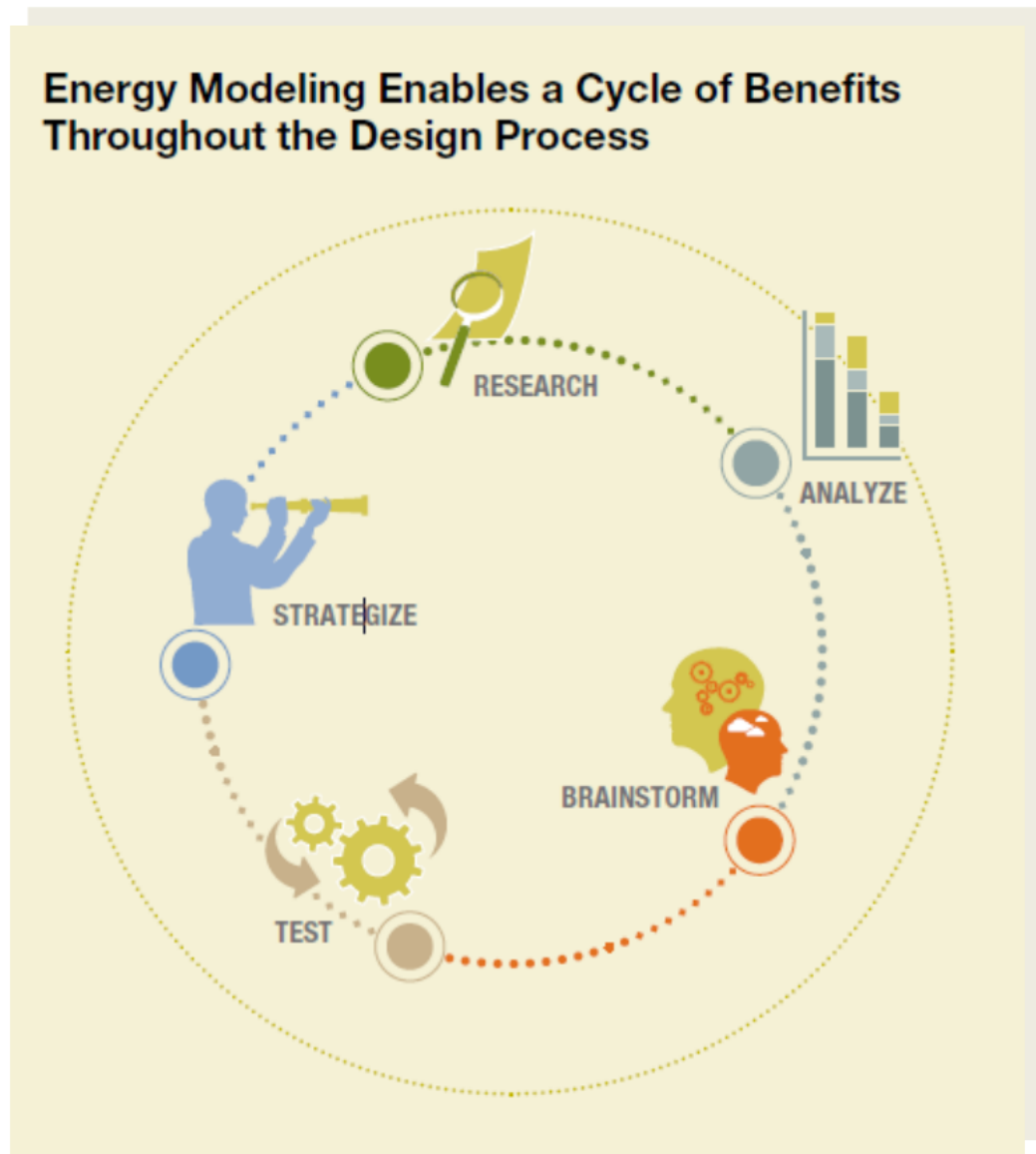


LST

www.pucpr.br/LST

▪ Por que **Simular?**

Simulação de
energia como
instrumento de
projeto



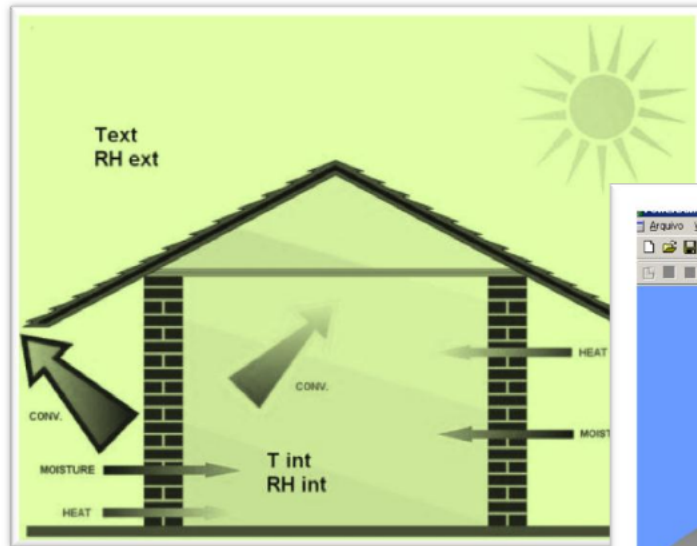
Fonte: AIA, 2012

▪ Desenvolvimento do DOMUS

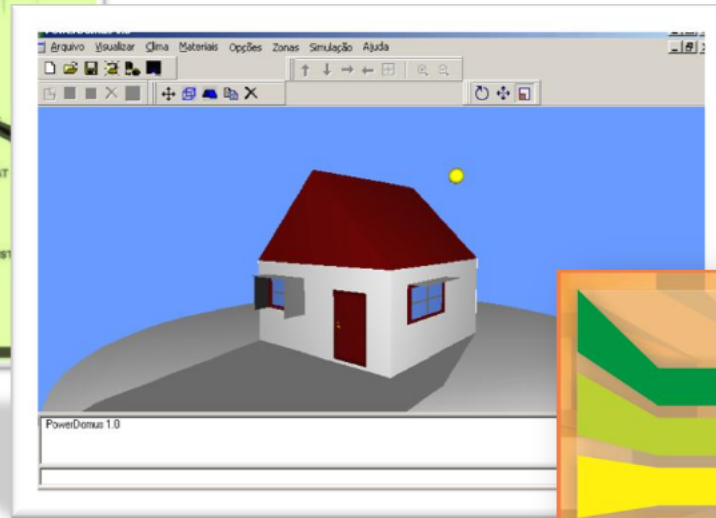
- Umidus: 1994 – 1999 (UFSC/PUCPR/CNPq)
 - Frigus: 1998 – 2001 (PUCPR/ELECTROLUX/CNPq)
 - DOMUS: 1998 – presente (PUCPR/FA/CNPq/CAPES)
 - HVAC-LST: 2004 – 2007 (PUCPR/CNPq)
 - Cy-Refri: 2002 - 2003 (PUCPR/CNPq)
 - Psicrometria: 1998 – 2000 (PUCPR)
 - CLIMAT: 1999 – 2001 (PUCPR/CNPq)
 - Weather Converter: 2005 (PUCPR)
 - ASTECCA: 2000 – 2003 (PUCPR/CNPq/FINEP)
 - PowerDomus – 2003 – 2008 (PUCPR/FA/CNPq/FINEP)
 - Solum: 2002-2004 (PUCPR/CNPq/CAPES)
 - View-Factor: 2006 – 2008 (PUCPR/CNPq/CAPES)
-
- **Domus - Procel Edifica:** 2009 – Presente (PUCPR/ELETROBRÁS)



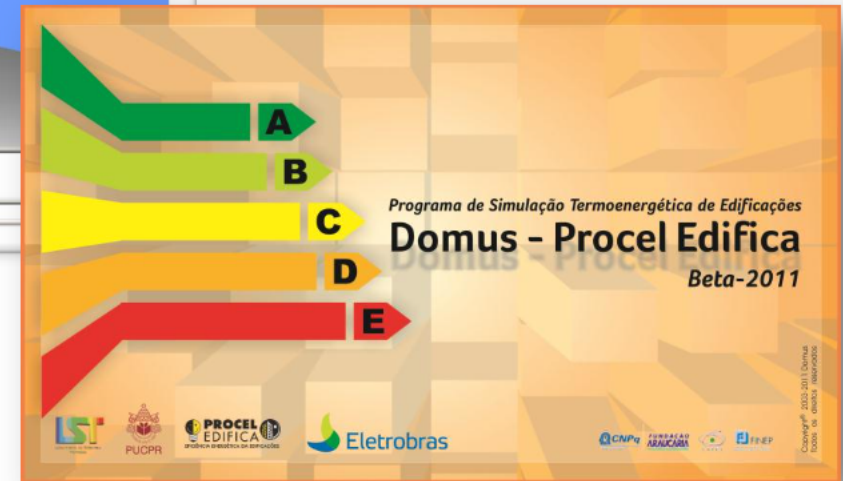
Domus



1998



2003



2011

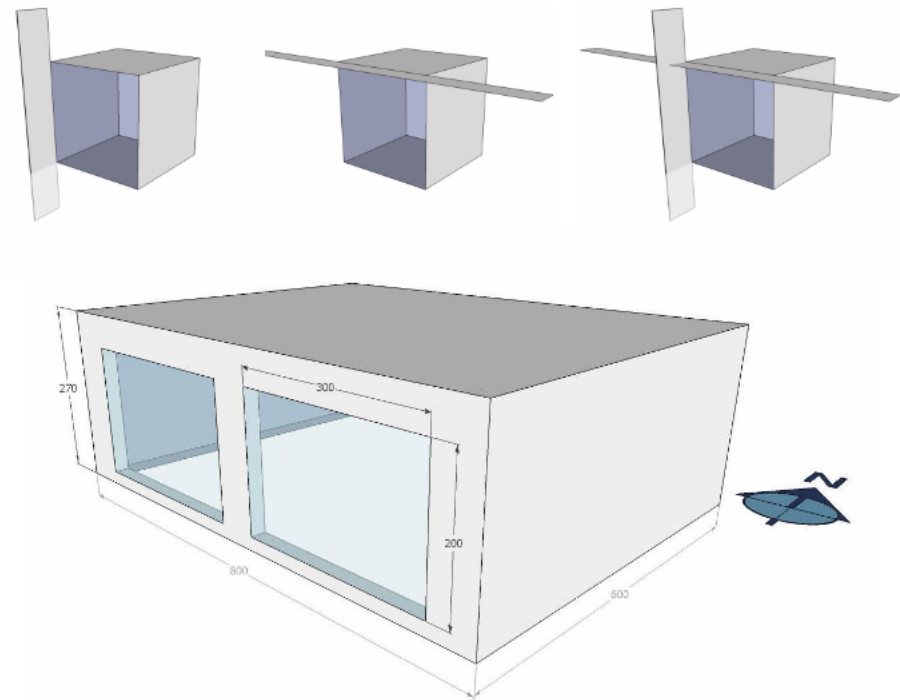
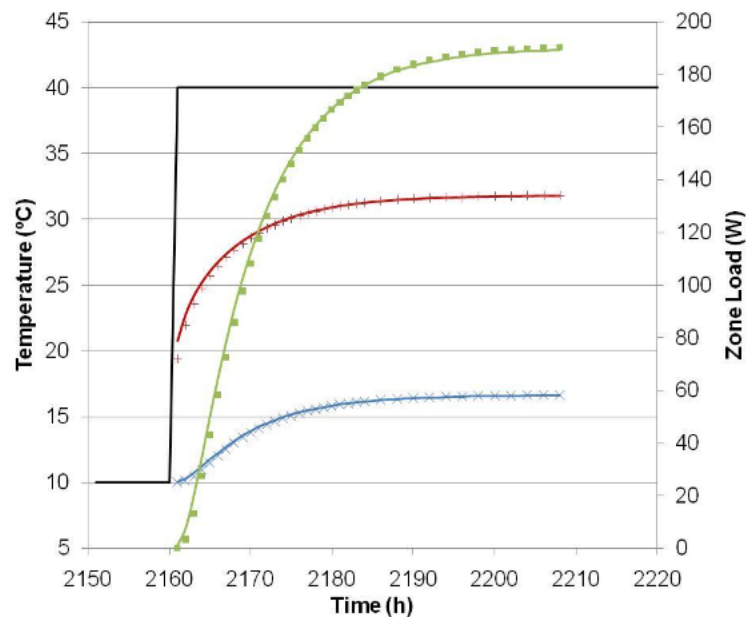


LST

www.pucpr.br/LST

VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

1. Norma ASHRAE 1052-RP Toolkit
2. Norma ANSI/ASHRAE Standard 140-2007
3. Validações adicionais: (→ soluções analíticas, dados experimentais)



Vantagens no Processo de Etiquetagem

- **Incorporação no processo de projeto**
- Desenvolvimento orientado ao **processo de etiquetagem**
- Adaptação a necessidades **nacionais**
- Facilidade de uso, **estimulando** a prática do **método de simulação**



LST

| domus.pucpr.br

Vantagens no Processo de Etiquetagem

- Modelagem matemática de **vanguarda**
- **Voltado para ser referência** em sombreamento, ventilação natural, trocas de calor e transferência de umidade
- **Saída de dados** (RTQ-C, RAC-C)
- Suporte a Organismos de Inspeção, projetistas e consultores, **no processo de etiquetagem**



LST

| domus.pucpr.br

Domus Procel Edifica – Organização

DOMUS

É um software de
simulação

Termofísica das construções

Para avaliar o desempenho higrotérmico e
energético de edificações

Dados de entrada

O que simular

edificação

Horários de uso

Ganhos internos

Parâmetros

Como simular

Parâmetros
gerais

Parâmetros das
zonas

Relatórios de saída

Conforto térmico

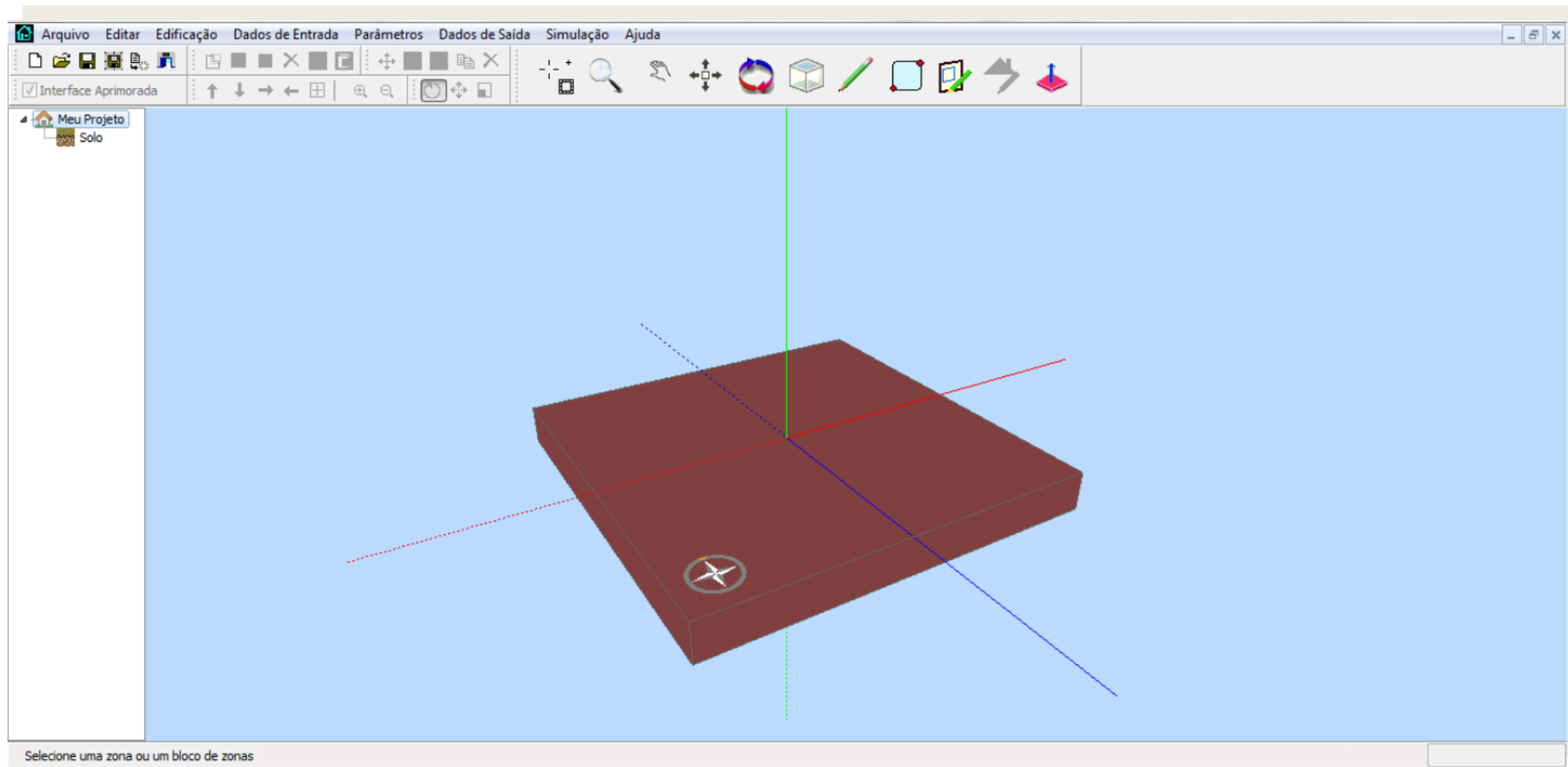
energia



LST

domus.pucpr.br

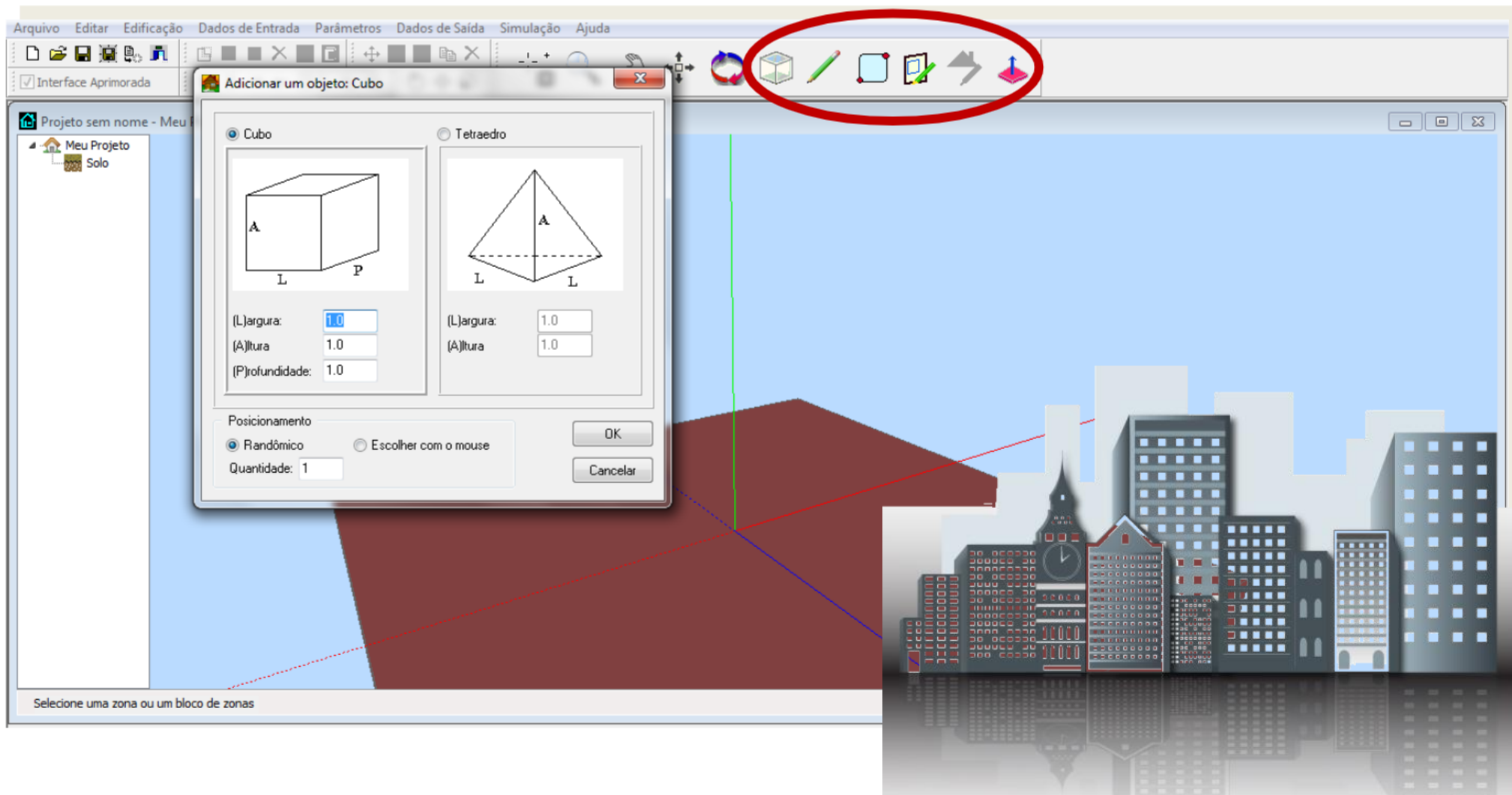
Domus - Procel Edifica



LST

domus.pucpr.br

Definição de parâmetros para etiqueta: Geometria



LST

domus.pucpr.br

Parâmetros: Aberturas e sombreamento

Arquivo Editar Edificação Dados de Entrada Parâmetros Dados de Saída Simulação Ajuda

Interface Aprimorada

Projeto sem nome - Meu Projeto

Meu Projeto

Solo

Zona 1

Adicionar Abertura(s) -

Desenhar

Altura: 1.0 m

Largura: 1.0 m

Esquadrias

Material: Alumínio

Área: 15 %

Tabela Cor

Direita:

AD1 0.0 m

AD2 0.0 m

AD3 0.0 m

AD4 0.0 m

Intervalos das proteções solares.

1

0.1 m

Configurar

Ok

Cancelar

Configura Horários

Período Anual

☐ Normal ☐ Férias 2 ☒ Todos

☐ Férias 1 ☐ Férias 3

Período Semanal

☐ Dom. e Fer. ☐ 6ª feiras

☐ 2ª feiras ☐ Sábados

☐ 3ª feiras ☒ [2ª a 6ª]

☐ 4ª feiras ☐ Todos

Intervalos

P. Anual	P. Semanal	Início	Fim
----------	------------	--------	-----

Cotas da Janela

Diagrama de cotas da janela:

AS1, AS2, AS3, AS4

AE1, AE2, AE3, AE4

AD1, AD2, AD3, AD4

Fonte: Hunter Douglas

LST

domus.pucpr.br

Parâmetros: Configuração da envoltória

Arquivo Editar Edificação Dados de Entrada Parâmetros Dados de Saída Simulação Ajuda

Interface Aprimorada

Configuração de Elementos

Elementos Construtivos

Parede de tijolos de 2 furos circulares

Dimensões do tijolo: 12.5 x 6.3 x 22.5 cm

Espessura total da Parede: 18.00 cm

(LabEEE/UFSC)

Anterior Próximo

Elementos Construtivos - Parede da Zona 1

Camadas dos Elementos

Material	Refino de Malha	Espessura (cm)	Excluir
Reboco	5	2.0	☐
Tijolo	10	15.0	☐
Reboco	5	2.0	☒

+ externo

Padrões Brasileiros

+ interno

Transmitância Térmica (W/m^2K): 2.80

Capacitância Térmica (kJ/m^2K): 31.83

Fator de Calor Solar (FCS): 5.6

Absortividade Externa (Pintura): 0.50

Emissividade Externa: 0.60

Absortividade Interna (Pintura): 0.50

Emissividade Interna: 0.60

Tabela

Tabela

Orientação com o Norte (°)

0 - Norte	270 - Oeste
90 - Leste	180 - Sul



LST

domus.pucpr.br

Dados de entrada por zona térmica

Ganhos internos:

Equipamentos
Geração de vapor
Iluminação
Pessoas
Mobiliário



Climatização:

Cond. de ar
Aquecimento elétrico
Ventilação mecânica
Resfriamento evaporativo



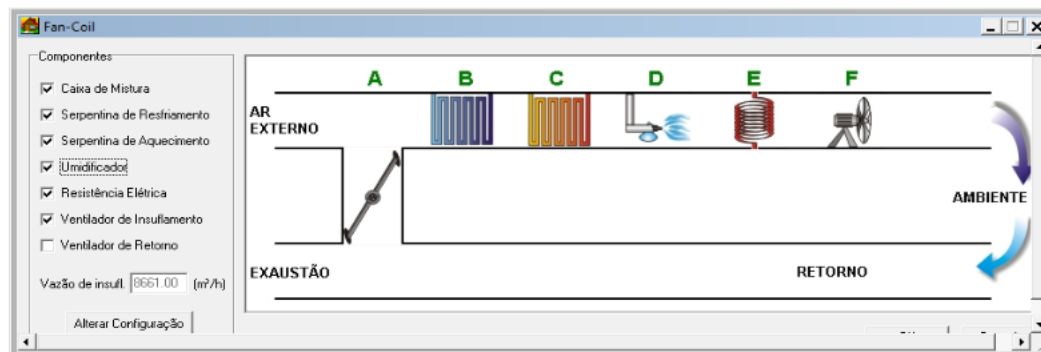
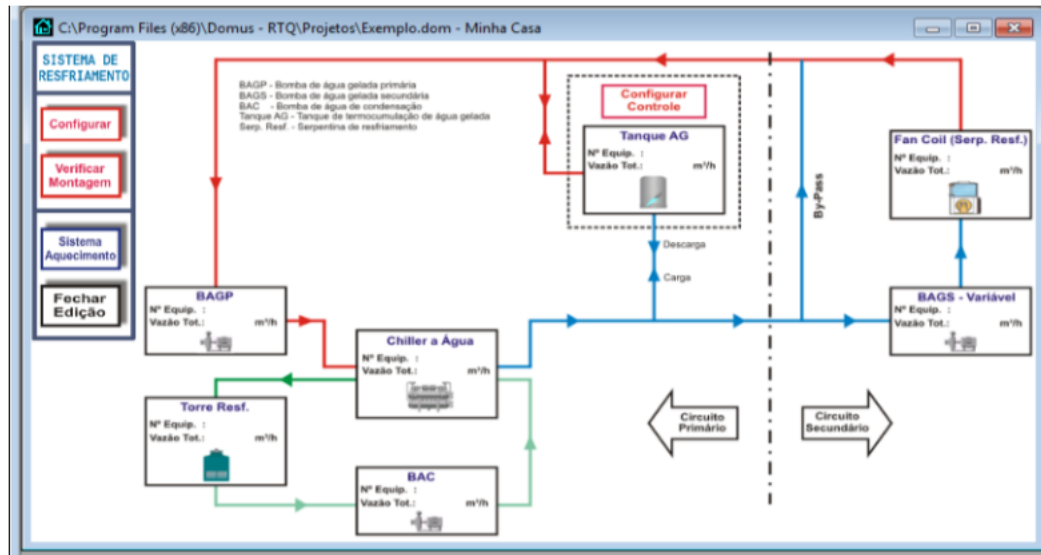
Energia Renovável



LST

domus.pucpr.br

Sistema de HVAC



Serpentina Resfriamento

Parâmetros de Entrada

Tipo 1

Carregar Salvar

Tipo 1

Área de Face	2.230	(m²)
N° de Aletas por Metro	289.00	(-)
N° de Tubos por Fileira	22	(-)
N° de Fileiras	4	(-)
N° de Circuitos	11	(-)
Diâmetro Interno	0.015300	(m)
Diâmetro Externo	0.016400	(m)
Espessura da Aleta	0.0001900	(m)
Espaçamento entre Fileiras	0.02540	(m)
Espaçamento entre Tubos	0.03810	(m)
Material do Tubo		
Coefficiente de Condutividade	380.00	(W/m.K)
Material da Aleta	Alumínio	
Coefficiente de C		
Vazão Volumétrica da		
Capacidade Nominal		
Calo Total:	40.000	



LST

domus.pucpr.br

Parâmetros de simulação gerais

Geral

Localização da Edificação
Ventilação Natural

Clima Externo
☒ Arquivo Climático
Cidade: **Florianópolis**
☐ Senoidal

Solo
Albedo:

Infiltração
☒ Habilitar ☐ Habilitar COMIS

Pré-Simulação
☒ Executar Pré-Simulação

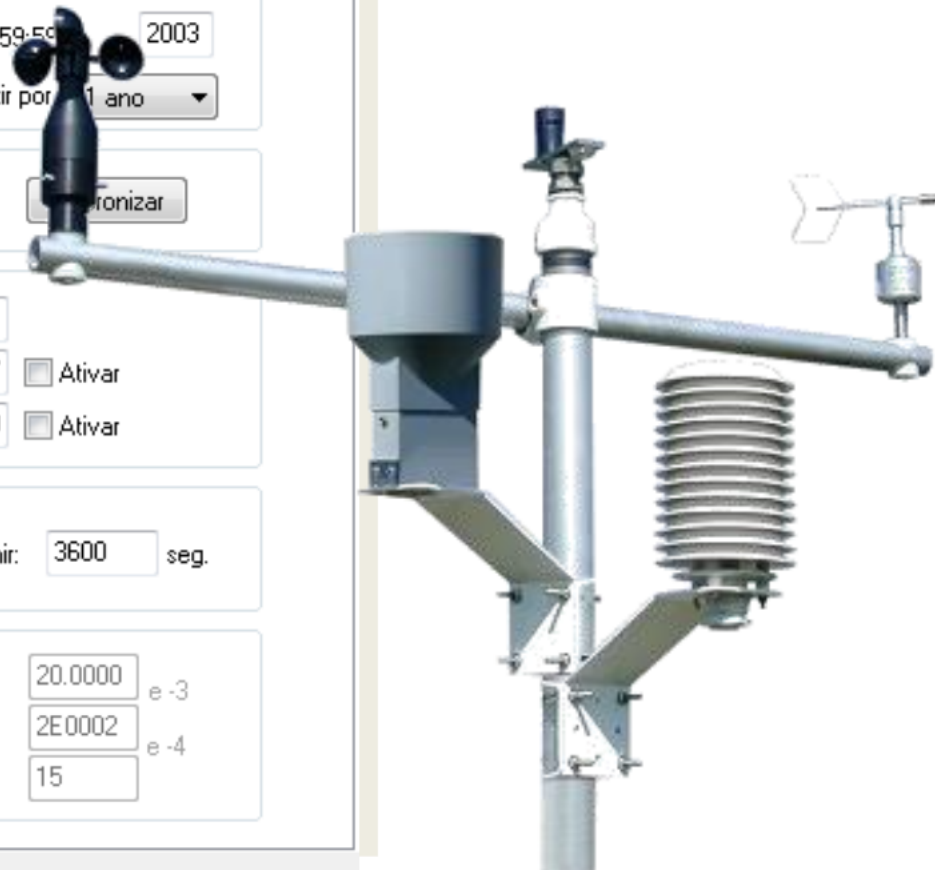
Intervalo de Simulação
Início: às Ano:
Fim: às
 Repetir por: ano

Intervalo de Relatórios
Período: à

Período de Férias
Período 1: à
Período 2: à ☐ Ativar
Período 3: à ☐ Ativar

Passo de Tempo
 Definir: seg.

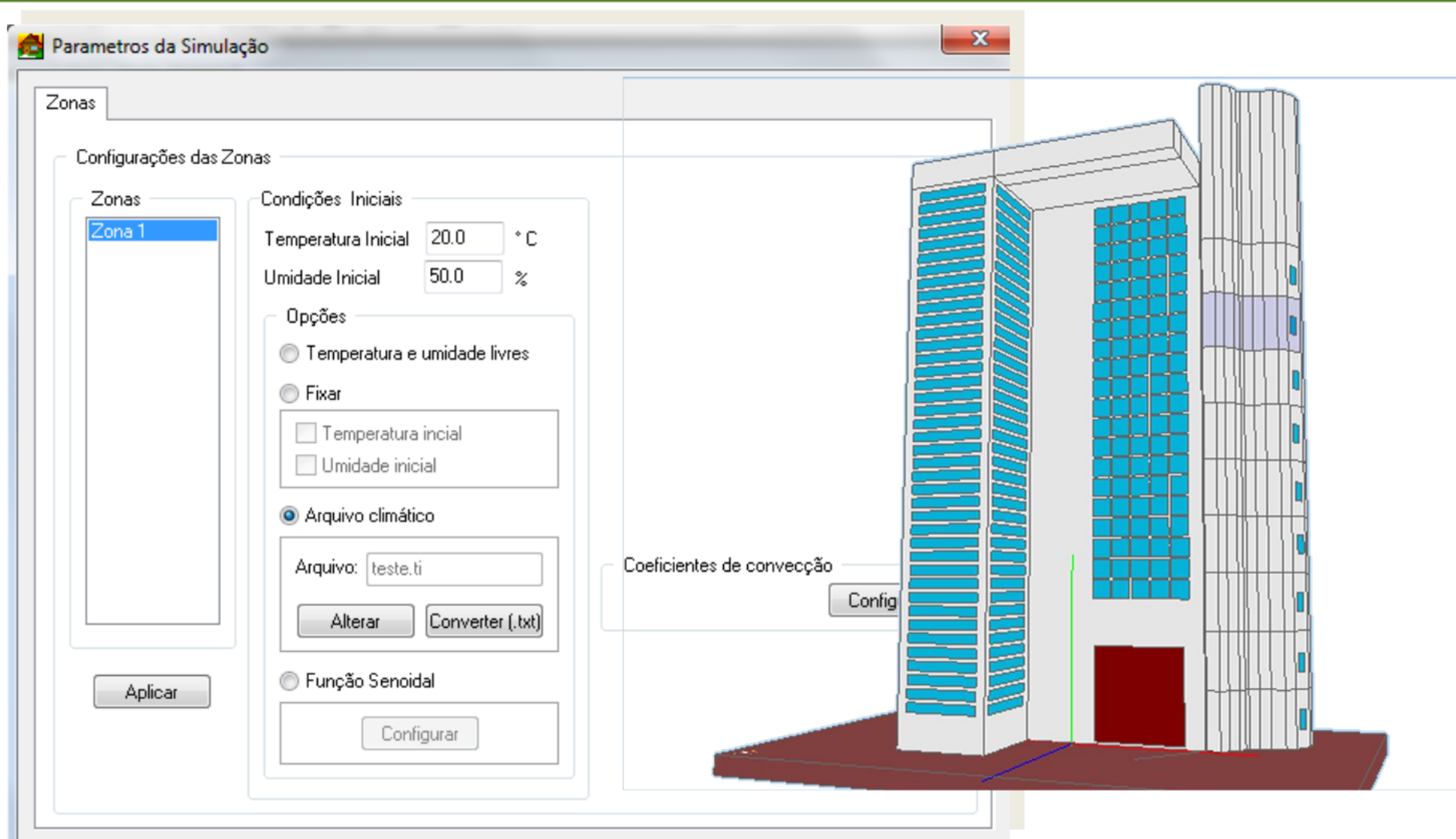
Crítérios de Convergência
Para Temperatura: e -3
Para Umidade: e -4
Número Máximo de Iterações:



LST

domus.pucpr.br

Parâmetros de simulação por zonas

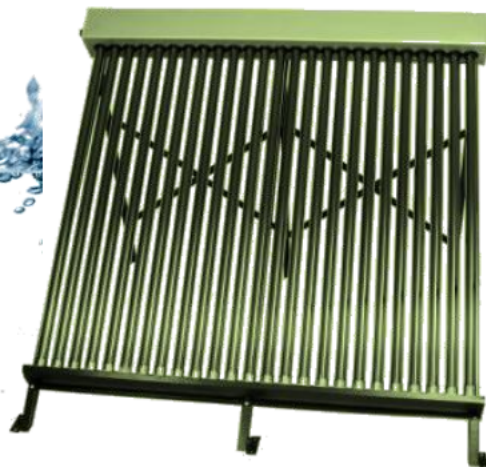


LST

domus.pucpr.br

Bonificações

40% de
economia



Fração solar
70%



10% economia
de energia

Cogeração-30%



Prescritivo

Bonificações

Etiqueta

Edificação que possui sistemas e equipamentos que racionalizem o uso da água devem proporcionar uma economia mínima de 40% no consumo anual de água do edifício.

% de economia

Edificação que possui parcela de água quente representando um percentual igual ou maior a 10% do consumo energia e que utilizarem aquecimento solar de água deve obter atendimento com fração solar igual ou superior a 70%

% de atendimento

Edificação que possui sistemas de geração de energia através da energia eólica ou painéis fotovoltaicos devem proporcionar economia mínima de 10% no consumo anual de energia elétrica do edifício

% de economia de energia

Edificação que possui sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas que comprovadamente aumentem a eficiência energética da edificação, devem proporcionar uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica.

% de economia de energia

Todos os elevadores existentes na edificação possuem classificação nível A segundo a norma VDI 4707.

Não
 Sim

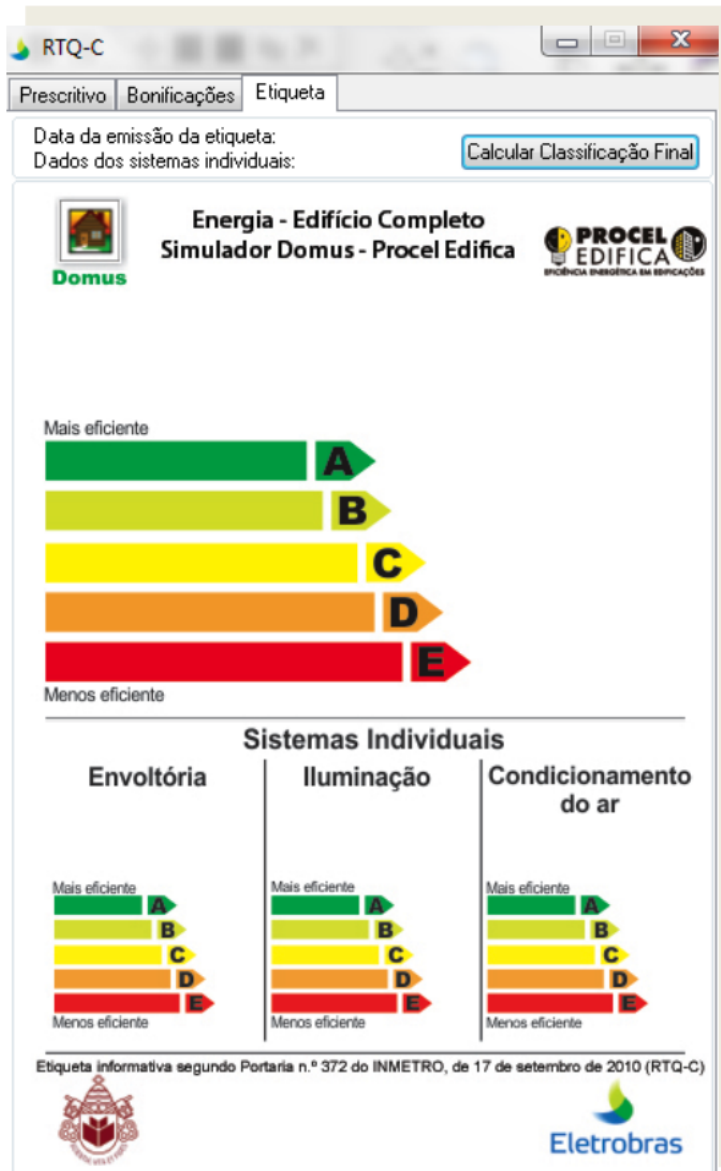
Bonificação



LST

domus.pucpr.br

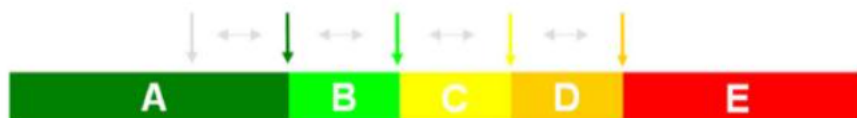
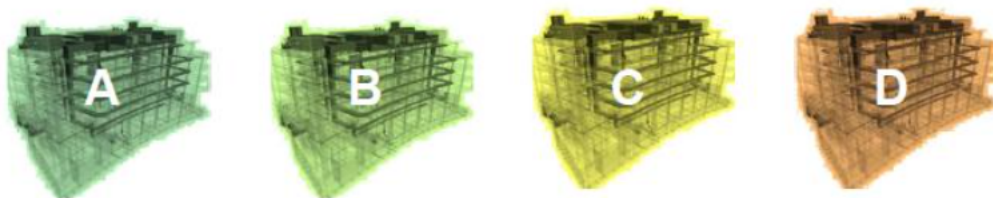
Resultados RTQ-C Método prescritivo



- **Envoltória**
- **Iluminação**
- **Condicionamento de ar**

Resultados RTQ-C Método de simulação

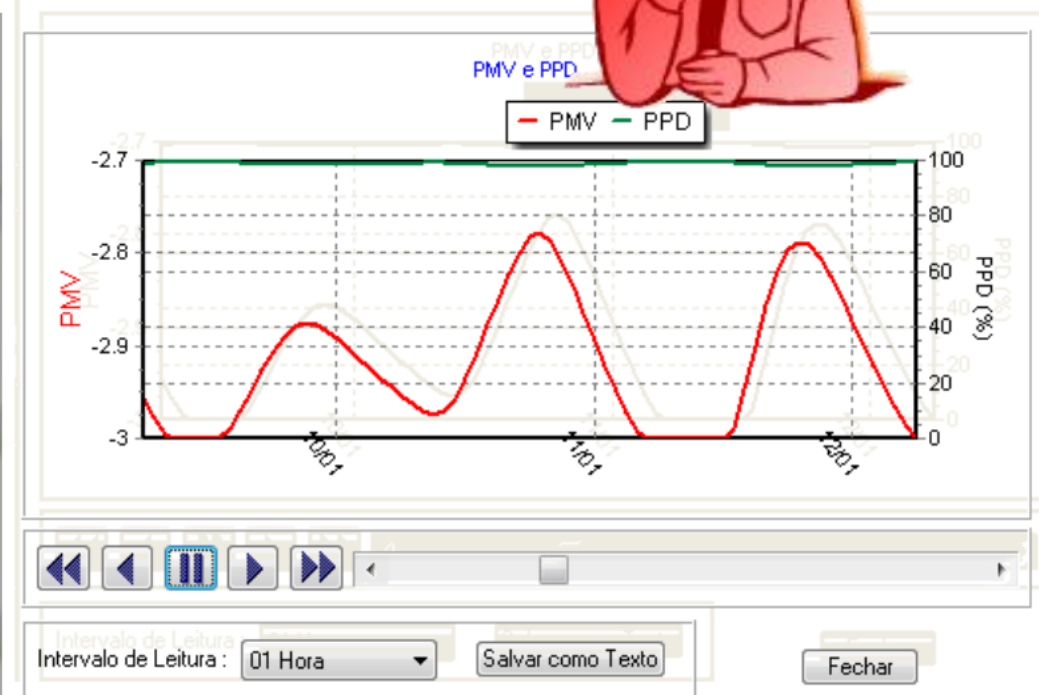
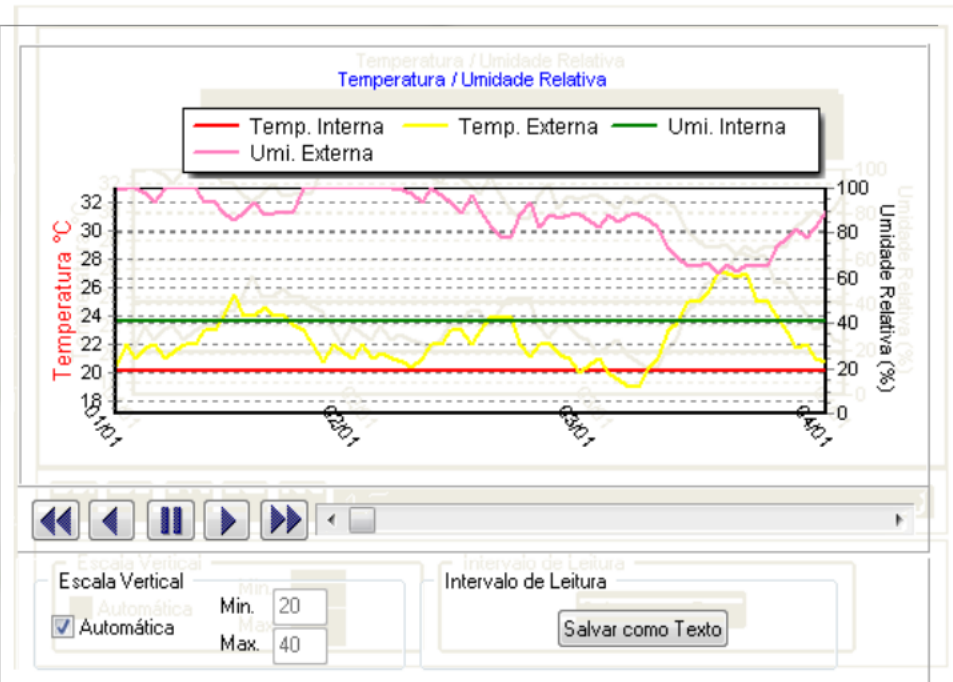
Modelos de Referência



Modelo Real



Resultados da simulação: conforto térmico



**Temperatura e umidade
relativa interna**

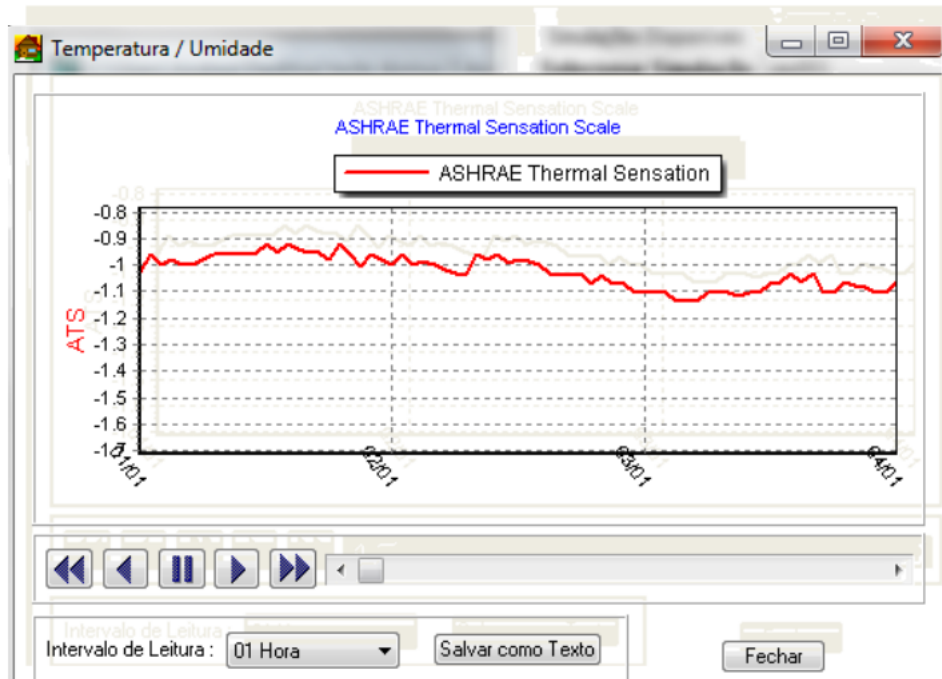
PMV e PPD



LST

domus.pucpr.br

Resultados da simulação: conforto térmico



**Sensação térmica
(ASHRAE)**



**Percepção da
qualidade do ar**

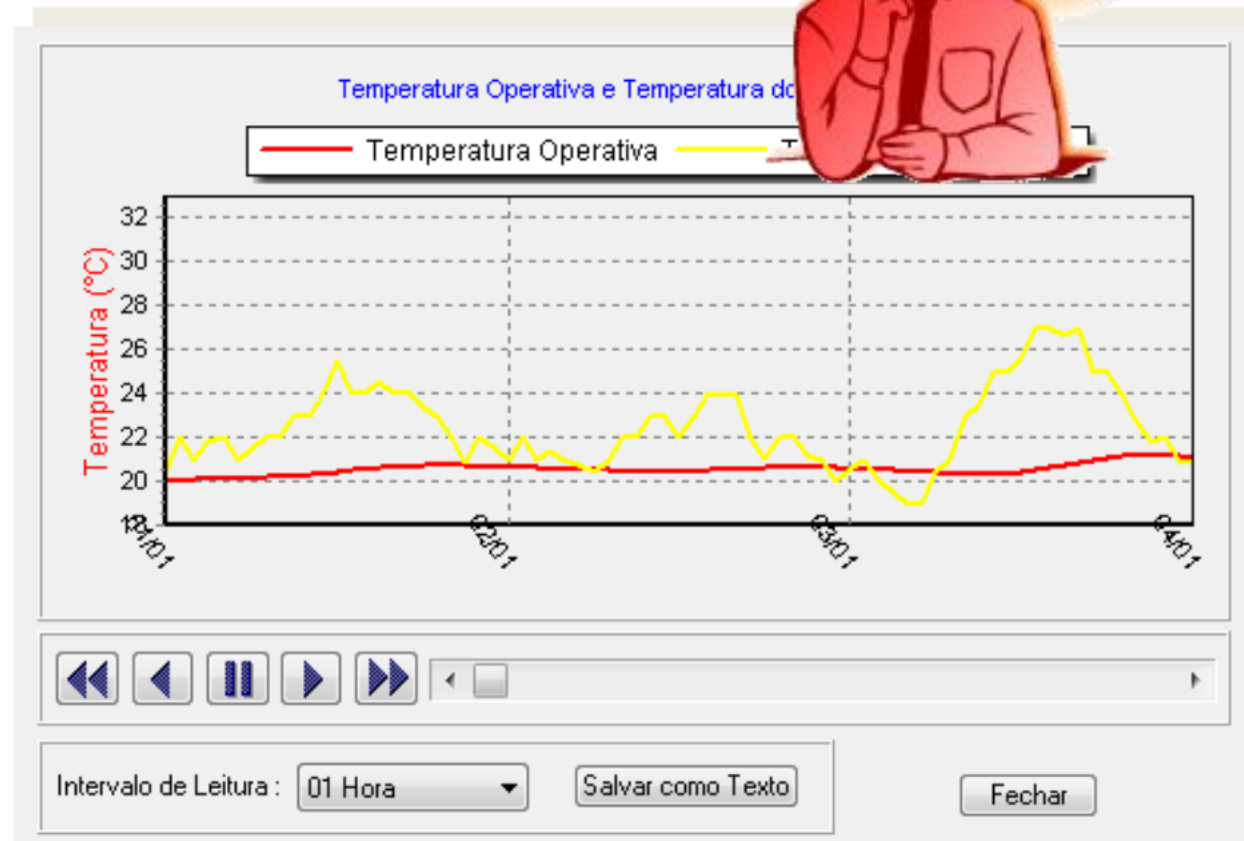


LST

domus.pucpr.br

Resultados da simulação: conforto térmico

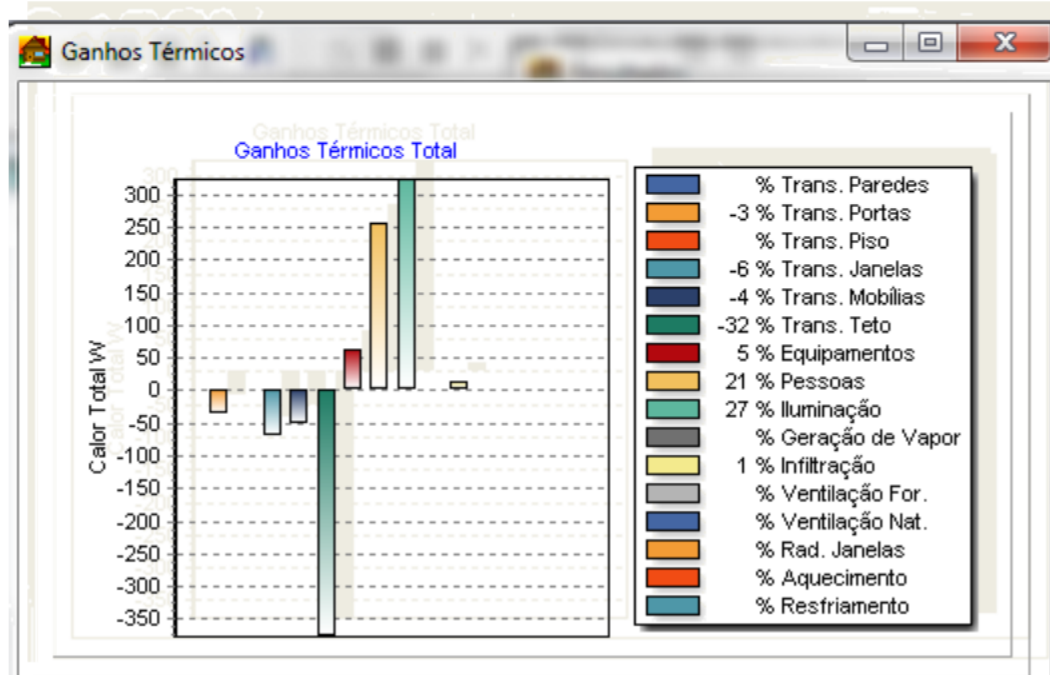
Dados de conforto
em ambientes
naturalmente
ventilados



LST

domus.pucpr.br

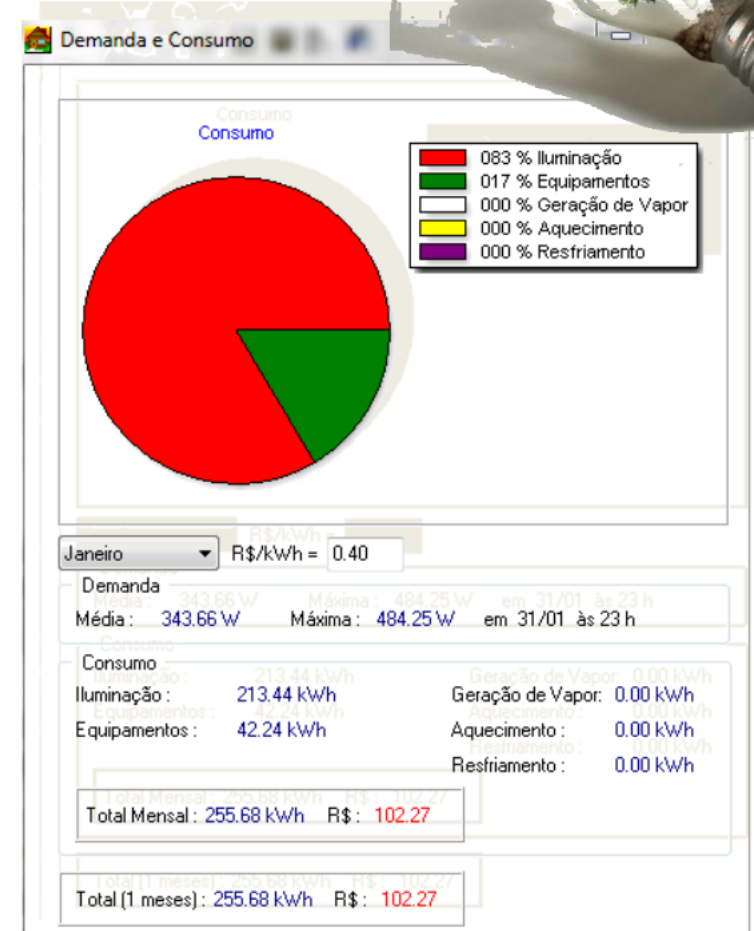
Resultados da simulação: Energia



Ganhos térmicos

Parâmetros de paredes:

Temperatura de superfícies internas



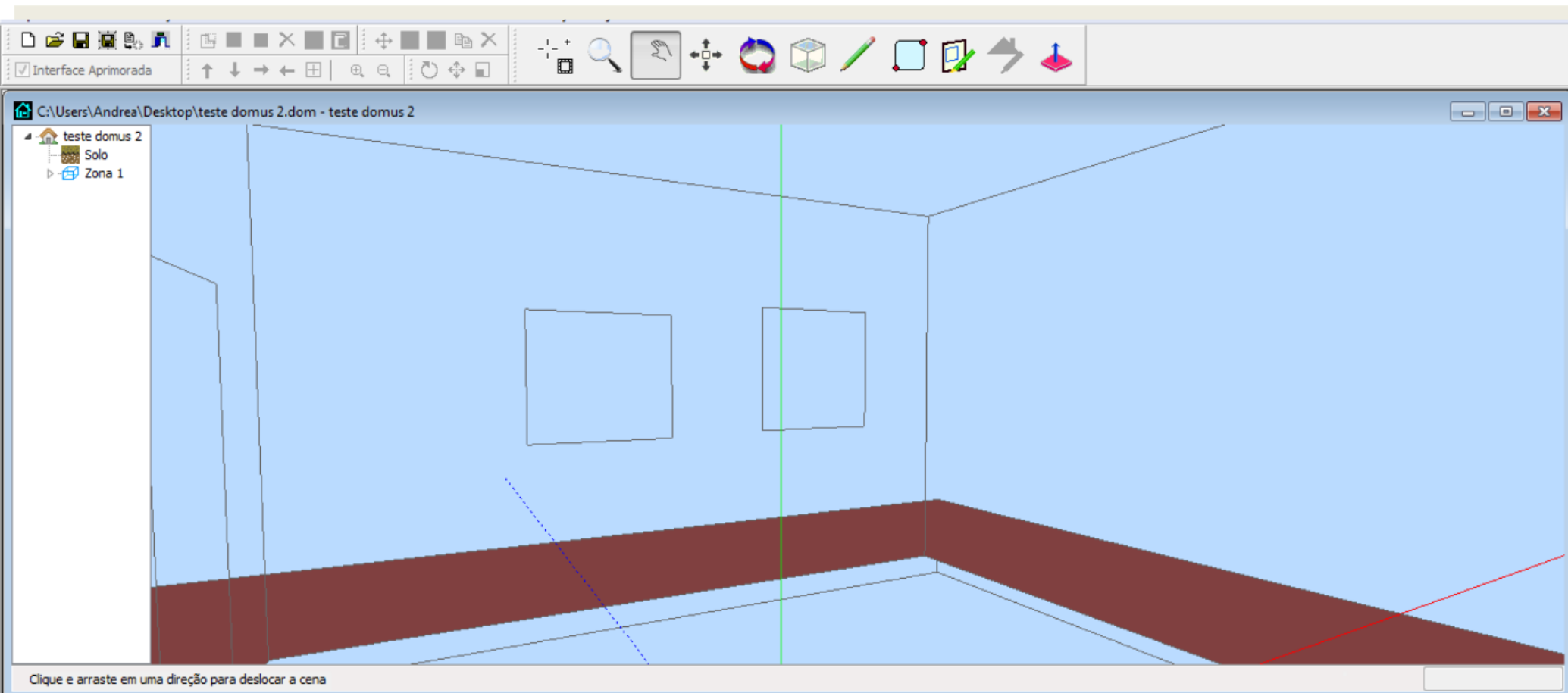
Demanda e consumo de energia



LST

domus.pucpr.br

Visualização interna da edificação



LST

domus.pucpr.br

Dados do RAC

Dados cadastrais

GERAL

PLANILHA DE F



Proprietário				andrea			
Nome edifício				Sem nome			
Endereço				Sem endereço			
No/Compl.		Sem complemento		Bairro		Sem Bairro	
Cidade							
Zona Bioclimática							

DADOS	
MÉTODO DE AVALIAÇÃO SOLICITADO	prescritivo
SIMULAÇÃO	arquivos entregues

DADOS DE	
Atividade	Comércio
Área total	26.95m²
Área do subsolo	
AVALIAÇÃO Edifício completo?	
ÁREAS DE PISO	AU
	26.95m²
	AC

SISTEMAS OU DISPOSITIVOS	
CONSUMO DE ÁGUA	Referencial
Consumo (l/hab/ano)	

SISTEMAS OU DISPOSITIVOS E	
	Referencial
	Fotovolta...
Consumo anual (kWh/m²/ano)	
Percentual de economia (%)	

Configuração RTQ-C

Dados para a Etiqueta

Proprietário:	
Nome da Edificação	Sem nome
Endereço:	Sem endereço
No/Compl:	Sem complemento
Cidade:	fpolis
Zona Bioclimática:	Sem Zona
UF:	Sem UF
Data:	Sem data
Bairro:	Sem Bairro
CEP:	Sem CEP

Foto/Ilustração do Edifício



Clique na imagem para ampliar

POC

☒ Habilitar Cálculo do POC

☒ Imagem representativa

Importar

Método Prescritivo

Método Simulação

Exportar RAC

Sair

Geral

Envoltória

ENV Aberturas Verticais

Iluminação

AC geral

Simulação_Saída





LST

domus.pucpr.br

- **Aperfeiçoamento** de rotinas e **interface**
- Comunicação com outros **softwares e BIM**
- **RTQ-R**
- **Disseminação** ampla
- Leitura de **arquivos dxf** (AutoCAD): Fev. 2013
- Lançamento Nacional: **Abril 2013**



Plataforma de disseminação



Você ainda não fez o acesso ([Acesso](#))

Instrumento de Apoio à Eficiência Energética de Edificações

Conteúdos

- Domus
- RTQ
- Física das Edificações
- Arquitetura Bioclimática

Cursos

- Domus I
- Domus - Envoltória

Cooperação

Apresentação	Download	Documentação	Links
Apres	Domus Procel Edifica (Beta)		
	Domus Procel Edifica		
	Tutorial Domus (pdf interativo)		
	Método Simulação (Video)		
	Prescritivo (Video)		

Sucessivas crises mundiais no abastecimento de instabilidade política e recessão econômica em diversas áreas da atividade humana - transporte -, derivadas dos elevados preços da energia, em busca de soluções alternativas para a construção civil, voltadas à eficiência energética. Sabe-se que a apresentação diminuição substancial de custos existentes possibilitam reduções da ordem de 10% em edifícios de alta performance contribuindo para atenuar os efeitos do aquecimento global. A tecnologia na área de simulação energética de edifícios de alto desempenho realizam-se de forma rápida em benefício da saúde, do conforto, da produtividade e das questões ligadas à sustentabilidade. Apesar do grande desenvolvimento em software de simulação energética de edifícios iniciado na Europa e nos EUA - desde o início da década de 70, com a abrupta elevação dos preços do petróleo -, barreiras impedem a disseminação do uso da simulação termoenergética de edifícios no Brasil. Pode-se citar, entre elas, a escassez de interfaces gráficas apropriadas e com terminologia em português. Há ainda a questão técnica: a baixa capacidade de adaptação desses programas de simulação à realidade brasileira - em termos de climas e de topologias de construções locais - que não impede propriamente a difusão do uso de simulação, mas que, em muitos casos, pode invalidar a utilização de programas estrangeiros. É grande o interesse no Brasil com relação à simulação de ventilação natural em ambientes e de umidade e transporte de umidade em elementos porosos das edificações.

Apoio



Calendário

◀ setembro 2012 ▶

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						



LST

domus.pucpr.br

Domus – Procel Edifica

nathan.mendes@pucpr.br



domus.pucpr.br