

PME 3501 - Simulação termo energética de edificações e seus sistemas

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Alberto Hernandez Neto

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Seguro | <https://www.buildingenergysoftwaretools.com>

Apps USP Pessoal Aplicativos Jogos

BEST Directory
Building Energy Software Tools
Formerly hosted by US Dept. of Energy

Home FAQ Software Listing About Contact [Sign In](#) [Register](#)

Search

Capabilities

- ☐ Whole-building Energy Simulation
- ☐ Load Calculations
- ☐ HVAC System Selection and Sizing
- ☐ Parametrics and Optimization
- ☐ Model Input Calibration
- ☐ Energy Conservation Measures
- ☐ Code Compliance
- ☐ Ratings and Certificates
- ☐ Utility Bill and Meter Data Analysis
- ☐ Weather Data and Climate Analysis
- ☐ Building Energy Auditing
- ☐ Building Energy Benchmarking
- ☐ Lighting Simulation
- ☐ Indoor Air Quality Simulation
- ☐ Life-cycle Analysis
- ☐ Detailed Envelope Simulation
- ☐ Detailed Component Simulation
- ☐ Solar and Photovoltaic Analysis
- ☐ Electrical System Simulation
- ☐ Water Use Analysis
- ☐ Training Services
- ☐ Other

Platform:

Pricing:

Last Software Update:

Language:

Radiance
Radiance is a suite of programs for the analysis and visualization of lighting and daylighting in design. Mainly developed at the Lawrence Berkeley National Laboratory under DOE funding. Additional development and contributions sponsored by ISE in Germany and EPFL & HSLU in Switzerland.
[Lighting Simulation](#)
Last Software Update: 18 September 2015 | Last Entry Update: 17 November 2017
Ratings ★★★★★ | Reviews 0 | [Add to compare](#)

TRNSYS
TRNSYS - a component based transient simulation package.
[Whole-building Energy Simulation](#)
Last Software Update: 15 September 2015 | Last Entry Update: 18 July 2016
Ratings ★★★★★ | Reviews 0 | [Add to compare](#)

Climate Consultant
Graphically analyzed EPW climate data in dozens of different ways of particular value to designers.
[Weather Data and Climate Analysis](#)
Last Software Update: 18 July 2016 | Last Entry Update: 18 July 2016

Our Sponsors

AUTODESK

bigladder

atelier ten

<https://www.buildingenergysoftwaretools.com/>

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Aplicação:

- Projetos novos
- Avaliação de ações de retrofit

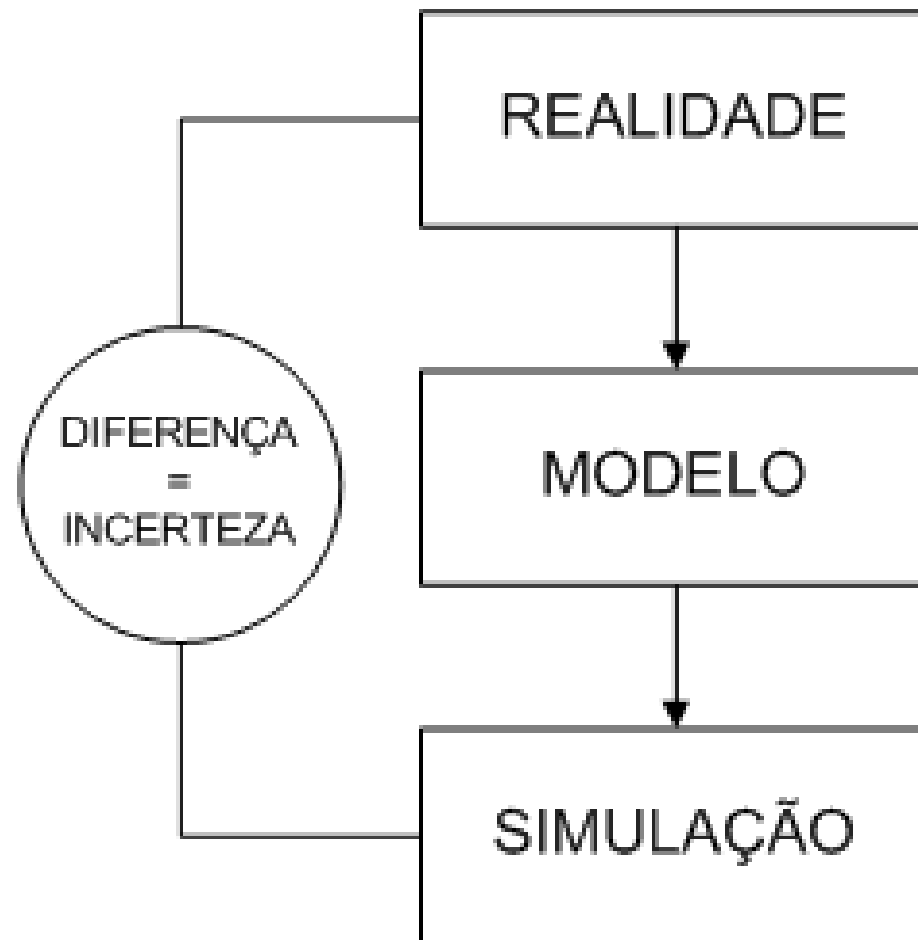
Objetivos:

- Estudo de estratégias ativas e passivas
- Adequação da edificação a normas, regulamentações e códigos
- Cálculo de cargas de resfriamento/aquecimento de edificações
- Análise de desempenho energético para projeto e retrofit (ou reabilitação espacial/tecnológica)
- Auxílio no projeto de sistemas de gerenciamento de energia e controle

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

- Primeiros desenvolvimentos: décadas de 60 e 70 (desempenho energético da envoltória da edificação)
- Ampliação para análise de sistemas de iluminação, climatização, aquecimento, ventilação e outros
- Escopo atual: transferência de calor e massa combinados, acústica, sistemas de controle e várias combinações de simulações de climas urbanos e microclimas

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação



Malkawi&Augenbroe, 2004

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Características de ferramentas de simulação

Geração	Características	Consequências
1	Baseada em equações simples e ábacos Realizado por partes e sem integração entre os sistemas	Fácil de usar Difícil de traduzir o comportamento do edifício real Sem integração dos sistemas Aplicação limitada Deficiências de comportamento real da edificação escondidas
2	Maior complexidade dos modelos Dinâmica da edificação é melhor representada	Aumento da aderência com a realidade
3	Maior robustez dos modelos do ponto de vista de resolução numérica Introdução de interfaces gráficas Melhoria da interface com diferentes ferramentas	
4 e no futuro	Maior aderência dos modelos à realidade Integração total dos sistemas Interface completa entre as diversas ferramentas	Deficiências minimizadas Fácil interpretação dos resultados Avaliação de diversos parâmetros simultaneamente Acesso às ferramentas em qualquer lugar

Clarke(2001)

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Incerteza do processo de simulação

Estudo de Kaplan&Caner (1992):

- Vários especialistas em simulação com diferentes níveis de capacitação
- Simulação do comportamento energético de escritórios pequenos e grandes
- Os especialistas não realizaram a etapa de calibração do modelo (sem acesso às faturas de energia)

	Diferença entre o consumo de energia simulado e medido
Escritórios de pequeno porte (entre 25 a 60 m ² de área de piso)	66% a 127%
Escritórios de grande porte (acima de 500m ² de área de piso)	37 a 120%

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Incerteza do processo de simulação

Incertezas podem ser reduzidas significativamente se:

- Capacidade da ferramenta de simulação compatível com as análises a serem feitas;
- Especialista que vai utilizar a ferramenta tenha grande experiência no seu uso;
- Dados fornecidos sobre a edificação: mais próximos da realidade;
- Checagem dos resultados de simulação seja realizada por um outro especialista.

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

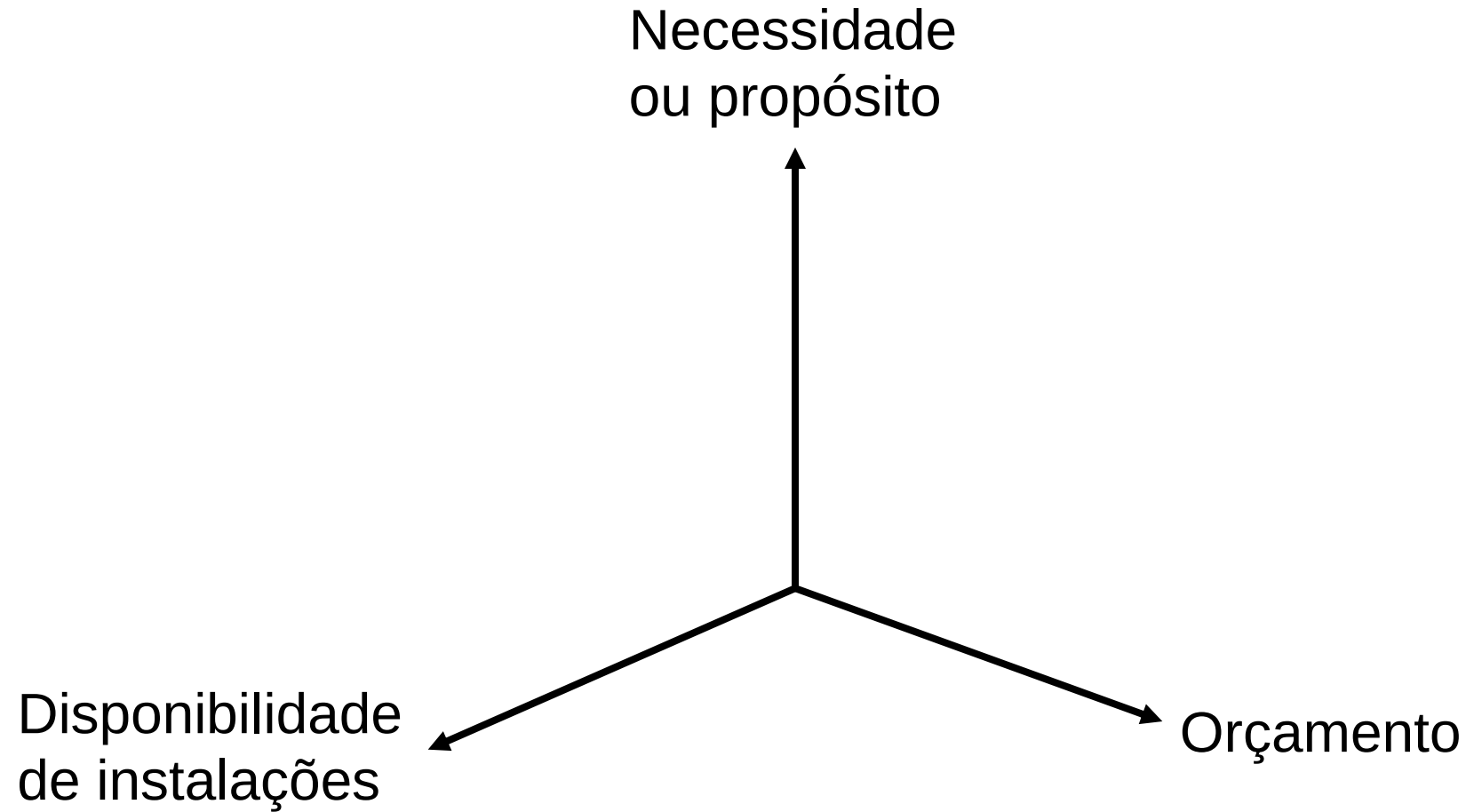
Incerteza do processo de simulação

Checagem de erros grosseiros no processo de simulação:

- Erros grosseiros na entrada de dados
- Uso de diferentes dados de saída para avaliação de resultados
- Análise dos algoritmos de simulação para verificação de possíveis entradas grosseiras de dados
- Melhoria do entendimento do comportamento da edificação para melhorar a aderência dos dados de entrada
- Verificação do grau de incerteza das informações relacionadas com a edificação

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Escolha de ferramentas de simulação



Clarke(2001)

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Escolha de ferramentas de simulação

Passo	Atividade
1	Estabelecer uma representação computadorizada que corresponda a edificação de referência
2	Calibrar o modelo com técnicas confiáveis
3	Definir condições de contorno adequadas
4	Realizar as simulações com ferramenta apropriada
5	Expressar o desempenho em função de múltiplas variáveis com critérios adequados
6	Identificar áreas problemáticas em função de critérios aceitáveis
7	Analisar os resultados da simulação para identificar as causas dos problemas
8	Postular alternativas para os problemas encontrados com mudanças apropriadas de projeto
9	Para cada alternativa, definir um modelo de referência para avaliar um nível de incerteza adequado
10	Repita a partir do passo 4 até atingir-se um desempenho global satisfatório
11	Repita a partir do passo 3 para estabelecer repetibilidade para diferentes condições climáticas (onde aplicável)

Clarke(2001)

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

Ferramentas existentes:

- Trace
- Esp-r
- Energy Plus
- Domus
- TAS
- Ecotech



- S3E
- Simergy
- Legacy Open Studio
- Design Builder
- Sefaira

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

Ferramentas existentes:

- Trace
- Esp-r
- Energy Plus
- Domus
- TAS
- Ecotech

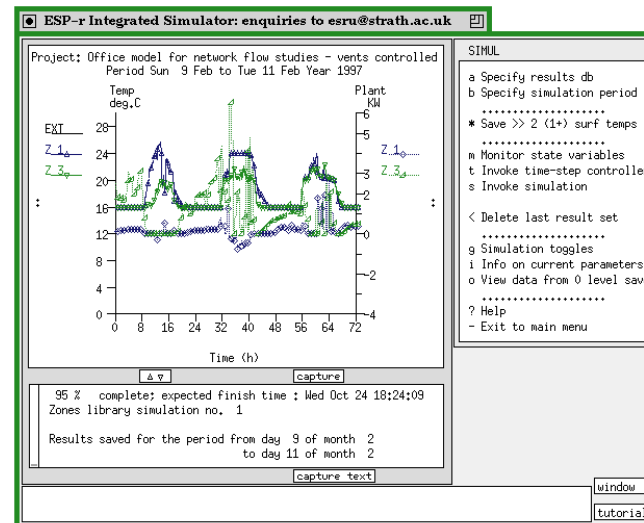
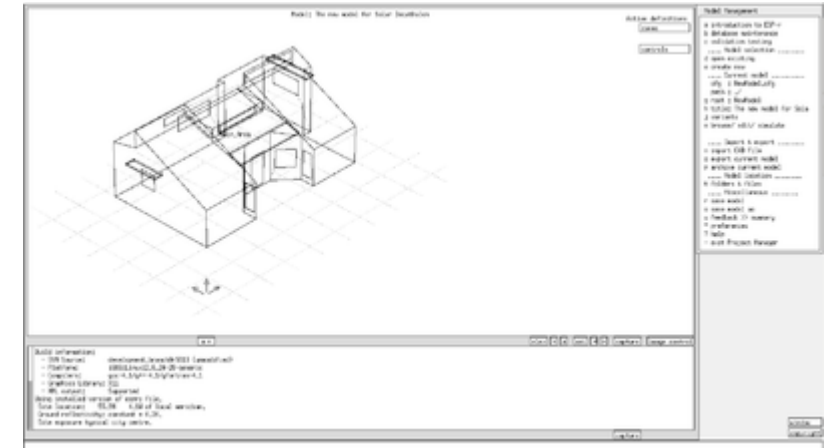
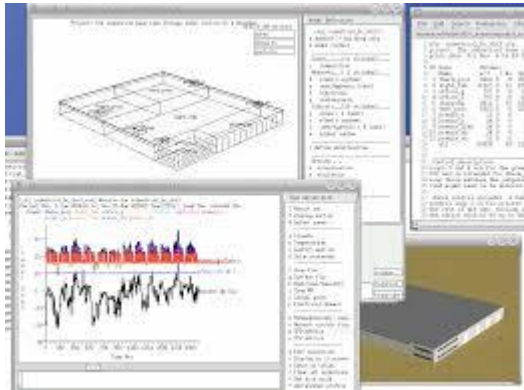


- S3E
- Simergy
- Legacy Open Studio
- Design Builder
- Sefaira

Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

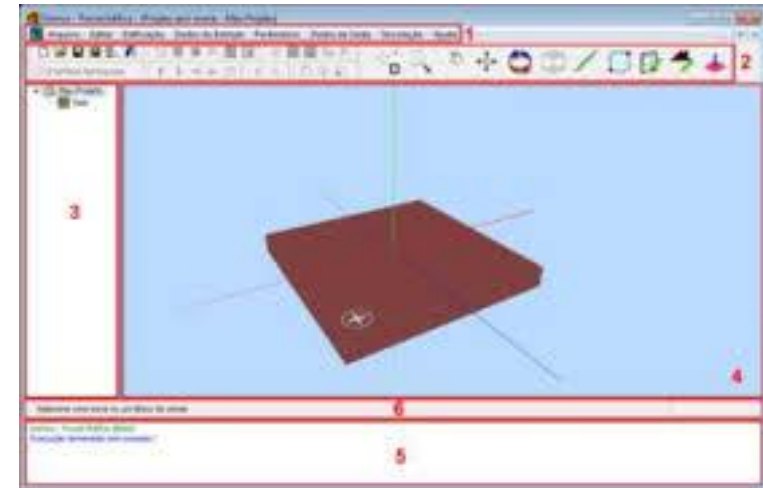
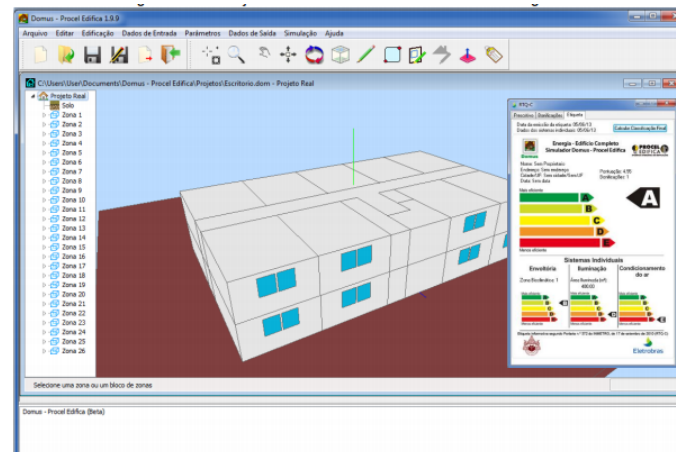
Esp-r



Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

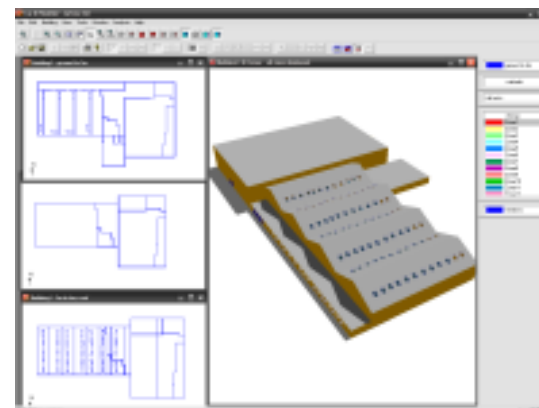
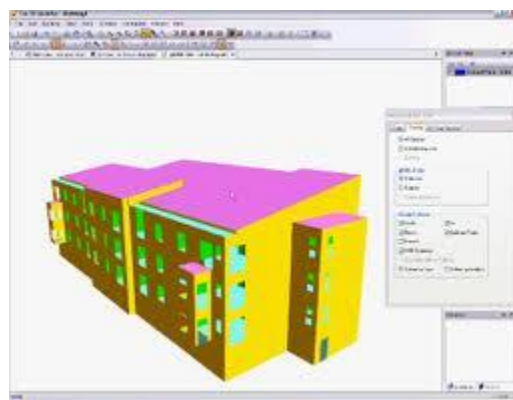
Domus



Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

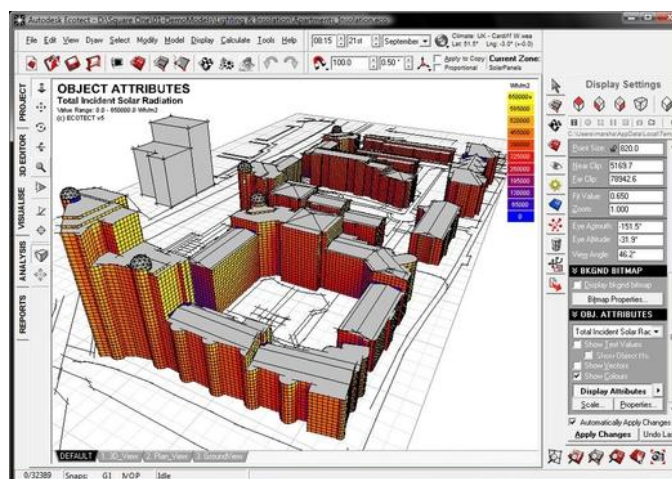
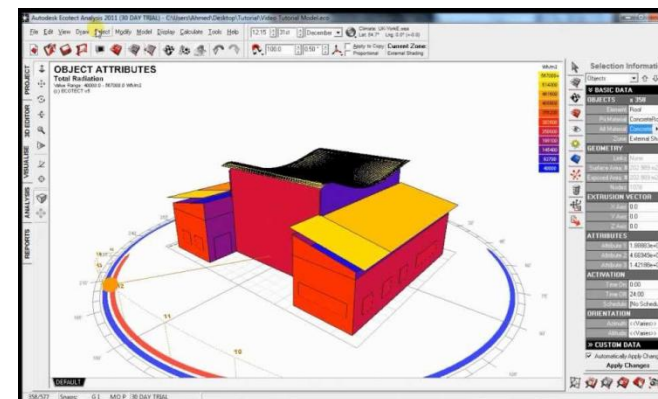
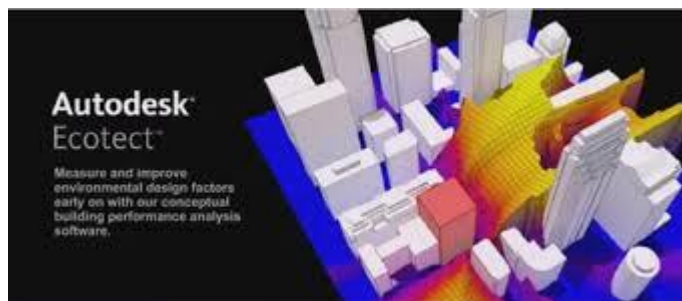
TAS



Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

Ecotech



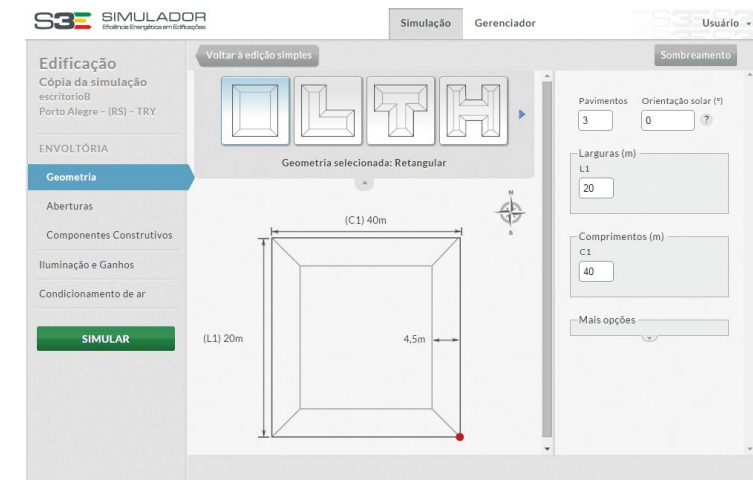
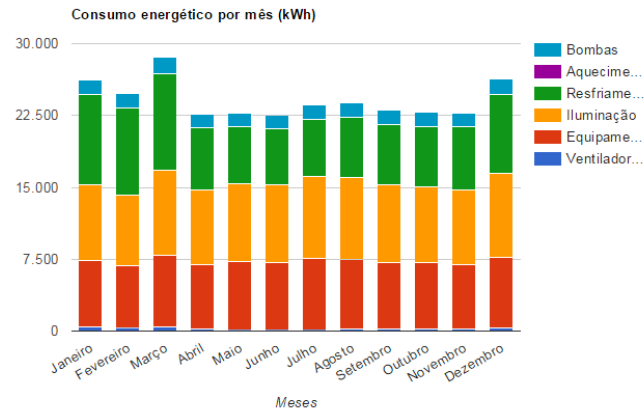
Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

Energy Plus – S3E



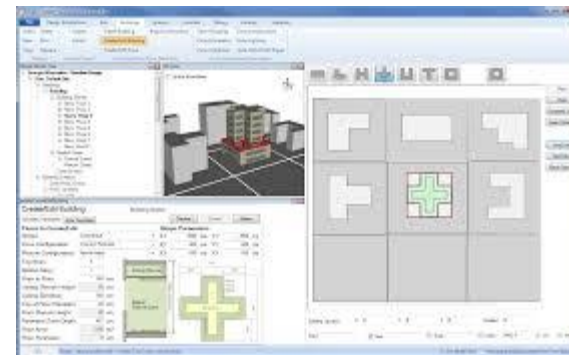
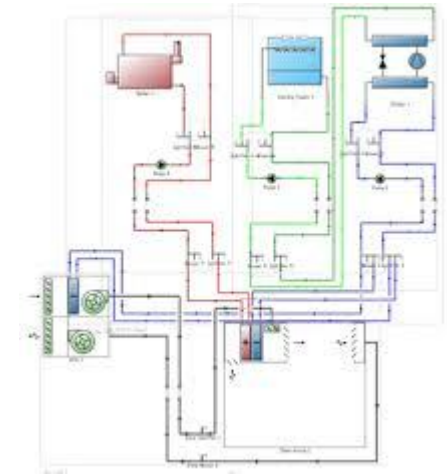
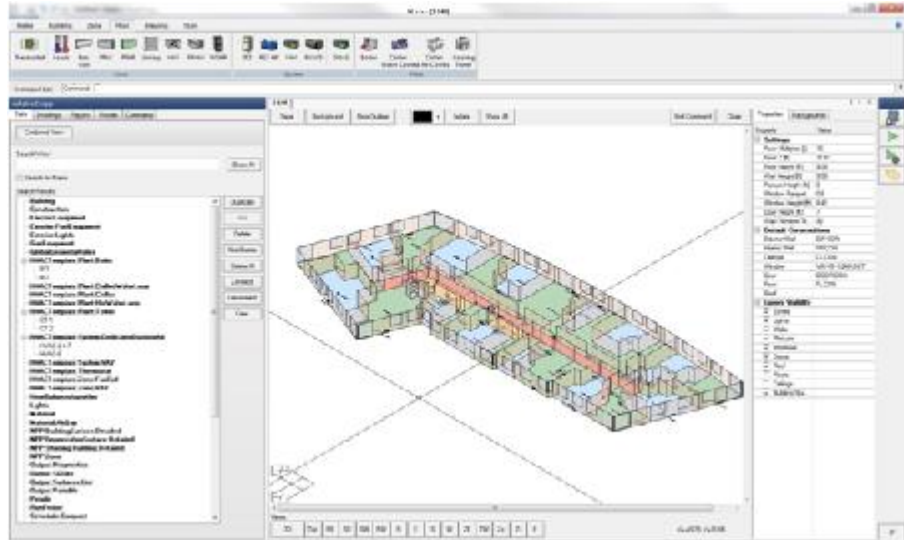
Gráfico do consumo energético mensal da edificação real



Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

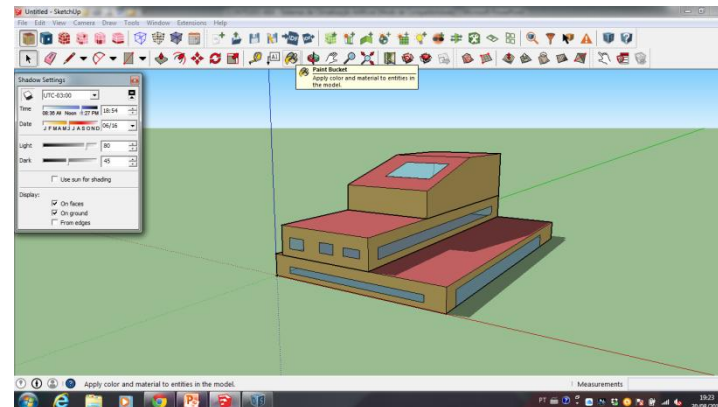
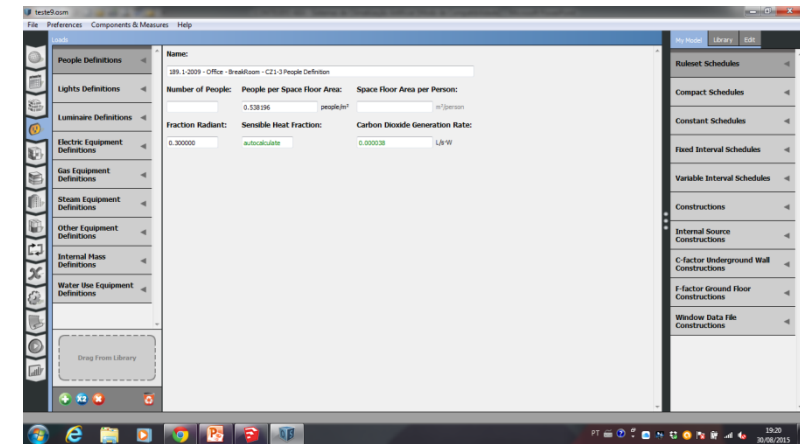
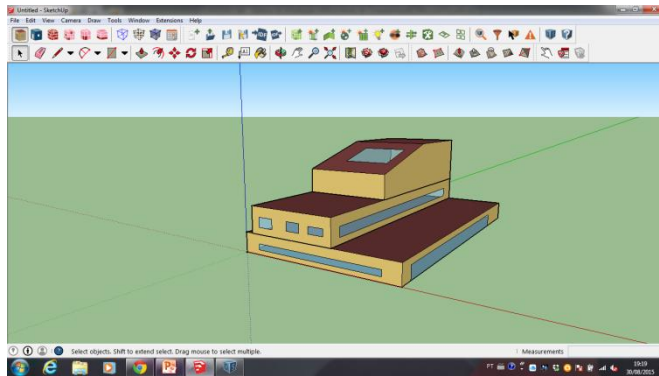
Energy Plus – Simergy



Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

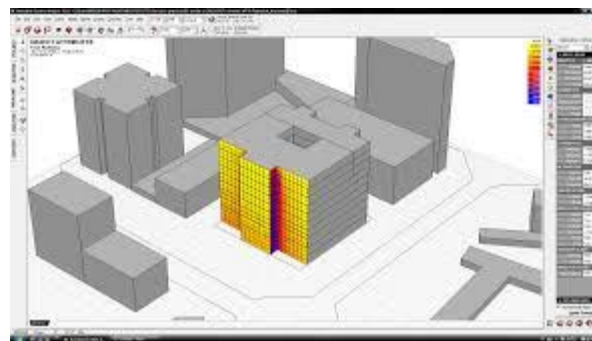
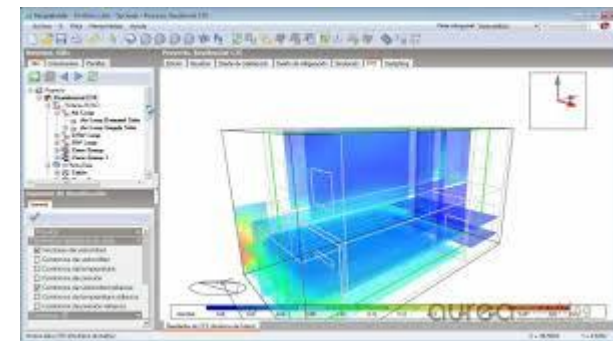
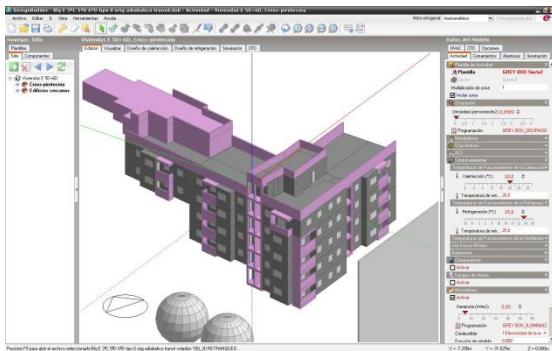
Energy Plus – Legacy Open Studio



Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação

Energy Plus – Design Builder

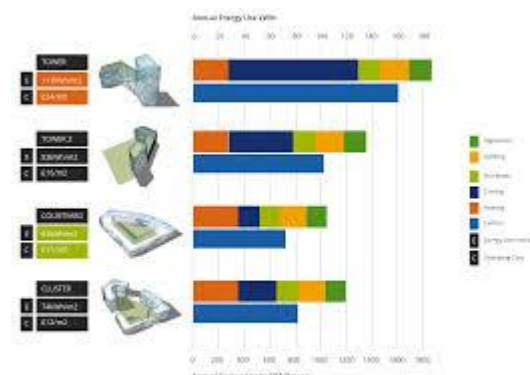


Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Ferramentas de simulação



Energy Plus – Sefaira



Aula 01 – Conceitos de Modelagem e Simulação

Referências

- Chlela, F.; Husaummdee, A.; Inard, C. Riederer. A new methodology for the design of low energy buildings. *Energy and Buildings*, Vol. 41, pp. 982–990, 2009.
- Clarke, J. A. *Energy Simulation in Building Design*. Butterworth-Heinemann, 2ª edição, 373 págs., 2001.
- Donn, M.; Crawley, D.; Hand, J.; Marsh, A. The Provenances of your Simulation Data. Eleventh International IBPSA Conference - Building Simulation 2009, Julho, Anais em CD-ROM, 2009.
- Hong, T.; Chou, S.K.; Bong, T.Y. Building simulation: an overview of developments and information sources. *Building and Environment*, Vol. 35, pp. 347-361, 2000.
- Kaplan, M.; Caner, P. *Guidelines for Energy Simulation of Commercial Buildings*. Bonneville Power Administration, 128 págs., 1992.
- Malkawi, A. L. & Augenbroe, G. (editores). *Advanced Building Simulation*. Spon Press, 267 págs., 2004.