



Universidade Técnica de Lisboa

Faculdade de Arquitectura

Anexos Capítulo III (3.1)

Tese de Doutoramento

**“Sistemas Solares Passivos na Arquitectura em Portugal”
Os Envidraçados nos Edifícios Residenciais em Lisboa**

Márcia Cristina Pereira Tavares

Orientador: Doutor Hélder José Perdigão Gonçalves

Co - orientador: Doutor Jorge de Novais Telles de Faria Corrêa Bastos

2012

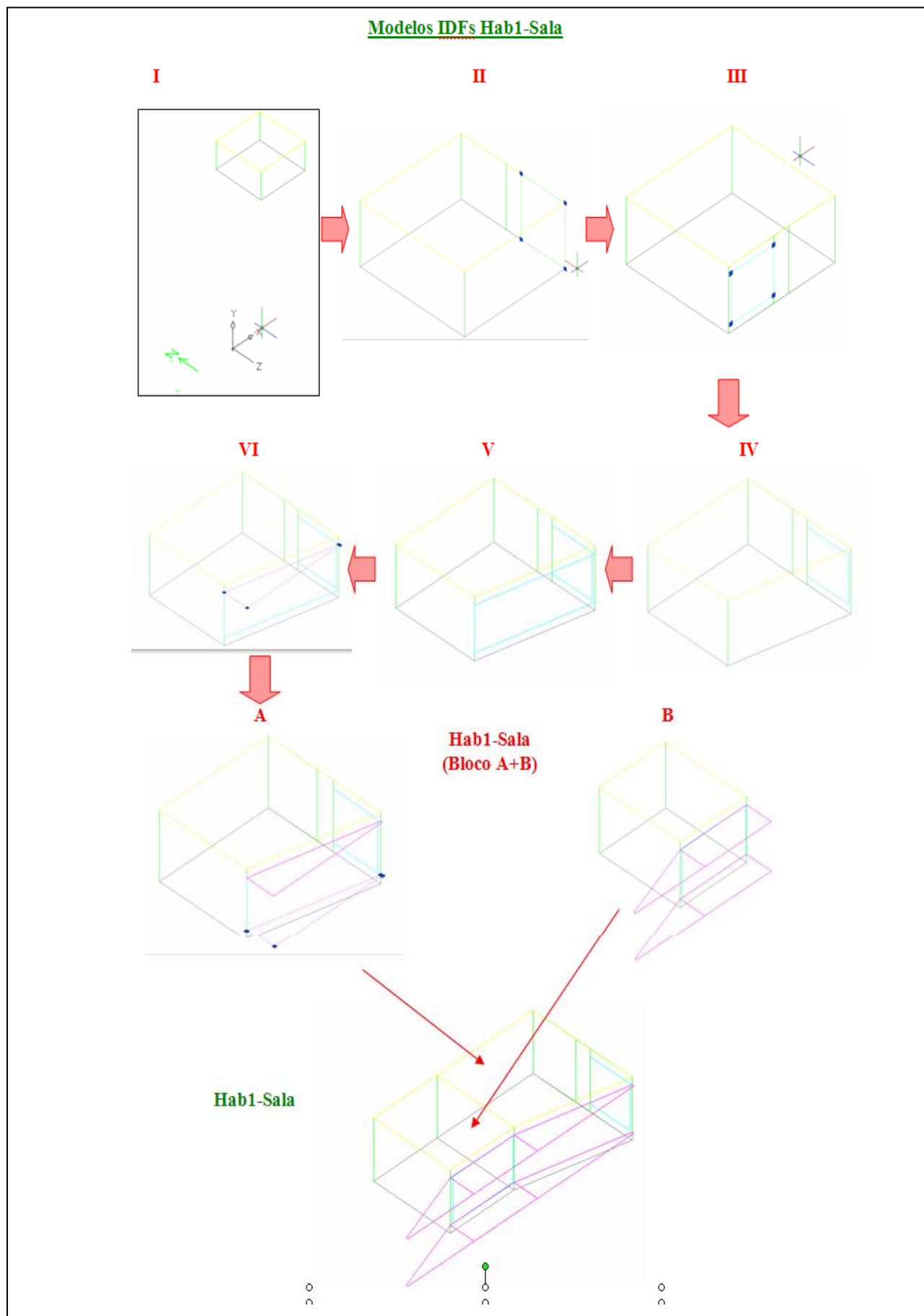
Documento Definitivo

ÍNDICE - Anexos 3.1 (Capítulo III)

Anexo 3.1 – Capítulo III Simulações e Calibrações de Modelos

Exemplo - Construção Modelos Geométricos no Software <i>EnergyPlus</i> (E+)	3.1.1
Sobre o <i>EnergyPlus</i> (E+)	3.1.2
Fichas Resumo Calibração-1 (Verão 2007 e 2008)	3.1.3a
Habitação 1	
Habitação 2	
Habitação 4	
Habitação 8	
Habitação 10	
Habitação 12	
Habitação 13	
Habitação 14	
Habitação 16	
Habitação 17	
Habitação 18	
Habitação 19	
Habitação 21	
Fichas Resumo Calibração-1 (Inverno 2007-2008 e 2008-2009)	3.1.3b
Habitação 1	
Habitação 2	
Habitação 3	
Habitação 4	
Habitação 7	
Habitação 8	
Habitação 9	
Habitação 10	
Habitação 11	
Habitação 13	
Habitação 14	
Habitação 16	
Habitação 17	
Habitação 18	
Habitação 19	
Habitação 20	
Habitação 21	
Habitação 22	
Características Comuns as Unidades da Amostra (Anexo Simplificação Modelos)	3.1.4
Calibração-2 Modelos Simplificados com Modelos Detalhados – Modelo 1 e 2	3.1.5
Variações Paramétricas Calibração 3 - Modelo 1 na Estação de Arrefecimento (Verão)	3.1.6.1
Variações Paramétricas Calibração 3 - Modelo 1 na Estação de Aquecimento (Inverno)	3.1.6.2
Variações Paramétricas Calibração 3 - Modelo 2 na Estação de Arrefecimento (Verão)	3.1.6.3
Variações Paramétricas Calibração 3 - Modelo 2 na Estação de Aquecimento (Inverno)	3.1.6.4

3.1.1 Exemplo - Construção Modelos Geométricos no Software *EnergyPlus* (E+)



3.1.2 Sobre o *EnergyPlus* (E+)

O Energypus é um programa de simulação desenvolvido pelo DOE (Department of Energy, EUA) em colaboração com diversos investigadores de vários países (desenvolvimento em open-source). Em relação a outras ferramentas disponíveis o EnergyPlus destaca-se nos seguintes pontos:

- Maior rigor na modelação da geometria do edifício (incluindo sombreamento e reflexão da luz por edifícios adjacentes).

- Integração de modelos que facilitam os estudos de optimização energética (iluminação natural e artificial com *dimmers*, sistemas de ventilação natural e híbrida, superfícies radiantes, painéis solares, etc.).

O EnergyPlus é um motor de simulação que pode ser utilizado com diferentes interfaces e ferramentas de análise de resultados.

O EnergyPlus é um programa computacional, criado a partir dos programas BLAST e DOE-2 e distribuído pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, desenvolvido para simulação de carga térmica e análise energética de edificações e seus sistemas. O programa possui capacidade de simulação diferenciada, tais como “time-step” de cálculo menor que uma hora, sistema modular, possibilidade de cálculo de infiltração de ar diferenciada para cada zona térmica, cálculo de índices de conforto térmico e integração com outros sistemas (fotovoltaico, aquecimento solar, etc...).

Métodos de validação para confiabilidade de um programa de simulação do desempenho térmico de edifícios (<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/testing.cfm>):

O E+ foi testado com resultados dentro dos limites de erros previstos (erros de código do programa, falha no algoritmo).

Uma parte importante referente ao desenvolvimento contínuo do EnergyPlus é a realização de ensaios utilizando métodos padrões da indústria como referência. O objectivo é fazer com que EnergyPlus corra de forma mais livre de erros possível. Três principais tipos de testes são normalmente adoptados:

A-) Testes Analíticos:

Testes de HVAC, com base na ASHRAE Research Project 865

Testes de estrutura do edifício, com base na ASHRAE Research Project 1052

B-) Testes comparativos:

ANSI / ASHRAE Standard 140-2007

Agência Internacional de Energia Solar Aquecimento e resfriamento do programa (IEA SHC)

Bestest (Building Energy Simulation Test)

EnergyPlus HVAC Component testes comparativos

Testes EnergyPlus Global Heat Balance (teste global de balanço térmico)

Obs: Para mais informações sobre IEA SHC Task 34/Annex 43 (Bestest),

C-) Testes de lançamento e execução

Os resultados dos testes para ASHRAE Research Project 1052, ANSI / ASHRAE Standard 140-2007 Envelope, HVAC CE100-200, HVAC CE300-500, e HVAC HE100-230

Descrição Geral E+: O EnergyPlus

EnergyPlus tem sua origem em ambos os programas BLAST e DOE-2. O BLAST (Análise de Cargas e Sistemas Termodinâmicos) e o DOE-2 foram desenvolvidos e lançados no final dos anos de 1970 e início dos anos 1980 como ferramentas de simulação de cargas térmicas. Seu público-alvo eram engenheiros e arquitectos que pretendiam dimensionar de forma adequada os equipamentos de HVAC, bem como desenvolver estudos de “*retrofit*” para análise do ciclo e custo de vida, otimizar o desempenho energético, entre outros.

Nascidos das preocupações impulsionadas pela crise energética do início dos anos de 1970 e do reconhecimento de que o consumo de energia nos edifícios é uma componente importante nas estatísticas americanas quanto ao uso de energia, os dois programas tentaram resolver o mesmo problema a partir de duas perspectivas ligeiramente diferentes.

Como os programas que deram sua origem (BLAST e DOE-2), o EnergyPlus também é um programa de simulação térmica e energética. Com base na descrição de um edifício, fornecida pelo utilizador, o EnergyPlus permite calcular as cargas de aquecimento e de arrefecimento necessárias para manter o controlo térmico do ambiente em questão dentro dos limites estabelecidos (*setpoints*) pelo utilizador, as condições em todo o sistema de climatização HVAC, o consumo de energia nos equipamentos, bem como muitos outros detalhes de simulação que são necessárias para simular; assim de forma que se possa verificar se o edifício simulado é capaz de responder tal como seria na realidade.

Boa parte das características de simulação do E+ foi herdada do legado dos programas BLAST e DOE-2. Abaixo está a lista de algumas das características da primeira versão do EnergyPlus. Embora esta lista não sendo exaustiva, pretende dar uma ideia do rigor e aplicabilidade do EnergyPlus na simulação de diferentes situações.

O programa EnergyPlus apresenta algumas características que o colocam à frente de diversos programas de simulações termo energéticas, como:

- a) **Solução simultânea e integrada** entre o edifício e seus sistemas (iteração realizada quando necessário);
- b) **Intervalos de tempos definidos** pelo usuário com fracção de hora, para interacção entre as zonas térmicas e o ambiente, e intervalos de tempo variável para interacção entre a zona térmica e o sistema HVAC (automaticamente variável para assegurar uma solução estável);
- c) **Ficheiros de entrada, saída e ficheiros climáticos** que incluem condições ambientais horárias ou sub-horárias (até um quarto de hora) e relatórios padrões ajustáveis pelo usuário;
- d) **Soluções de Balanço Térmico** para cálculo das cargas térmicas prediais, as quais permitem o cálculo simultâneo dos efeitos radiante e convectivo na superfície interior e exterior;
- e) **Condução de calor transiente** através dos elementos do prédio como paredes, tetos, pisos, etc, usando funções de transferência; modelo de conforto térmico, baseado na actividade, temperatura de bulbo seco, humidade;
- f) **Transferência de calor e de massa combinada** em um modelo que representa a adsorção/dessorção da humidade, quer como uma integração camada por camada para a transferência de condução; ou como um modelo de penetração da profundidade da humidade efectiva (EMPD)
- g) **Modelos de conforto térmico** com base na actividade, temperatura de bulbo seco, humidade, etc
- h) **Modelo de céu anisotrópico** para cálculos mais complexos da radiação difusa sobre superfícies inclinadas;
- i) **Cálculos térmicos quanto ao envidraçado** que permitem o controlo electrónico de persianas, balanço térmico (camada por camada), o que permite a identificação do comprimento de onda da energia solar absorvida pelo vidro;
- j) **Cálculos de poluição atmosférica** que prevêm o CO₂, SO_x, NO_x, CO, partículas em suspensão, e produção de hidrocarbonetos de ambos no local e conversão de energia remoto.
- k) **Links para outros ambientes de simulação**, tais como WINDOW5, DELight e SPARK para permitir uma análise mais detalhada dos elementos de construção.
- l) **Sistemas de condicionamento de ar** configuráveis, os quais permitem ao usuário simular sistemas típicos, comuns e sistemas pouco modificados, sem ter que recompilar o código fonte do programa; entre outras. Além disso, o programa EnergyPlus integra vários módulos que trabalham juntos para calcular a energia requerida para aquecer ou resfriar um edifício usando uma variedade de sistemas e fontes de energia. Ele faz isso simulando o edifício e os sistemas

associados em diferentes condições ambientais e operacionais. A essência da simulação está no modelo do edifício que utiliza princípios fundamentais de balanço energético.

m) **Outros modelos**, como: trocas de calor do edifício com o terreno de implantação, conforto térmico dos ocupantes, simulação do deslocamento dos ventos, simulação de temperaturas e caudais de ventilação natural.

Mais detalhes sobre cada uma das características citadas podem ser encontrado em várias partes do Manual, Documentos e Bibliotecas do EnergyPlus.

A intenção do EnergyPlus é de lidar com a construção e muitas opções de projecto, a fim de calcular as cargas térmicas e ou consumo de energia para um dia típico (design day) ou para um período de tempo prolongado (até, inclusive, e além um ano). Enquanto a primeira versão do programa continha principalmente os recursos que estão directamente ligados aos aspectos térmicos dos edifícios, as versões seguintes do programa tentaram resolver outras questões também importantes para o ambiente construído: água, sistemas eléctricos, etc.

Assim como é importante enfatizar o que o EnergyPlus é, é também importante lembrar o que não é:

a) EnergyPlus não é uma interface para usuários. Destina-se a ser um motor de simulação, o qual permite que uma interface possa ser desenvolvida. As entradas e saídas são textos simples (ASCII) e decifráveis. Esta abordagem permite que os projectistas de interface possam produzir melhores ferramentas de qualidade especificamente orientadas para os mercados e os interesses individuais. A produção do algoritmo no Energyplus permite que estes sejam redireccionados para o desenvolvimento de recursos de interface, isto para manter o ritmo da demandas e as expectativas dos profissionais da construção.

b) EnergyPlus actualmente não é uma ferramenta de análise de ciclo de vida de custos. Produz resultados que podem então ser integrados em um programa de LCC (*Life Cycle Cost* – custos de ciclo de vida)

c) EnergyPlus não substitui o projecto de arquitectura ou de engenharia. Não fiscaliza os dados de entrada, somente verifica a aceitabilidade ou intervalo de vários parâmetros (a partir de um número limite de controlo). Embora o Energyplus assista o usuário no que se refere ao ajuste fino e a correcção dos erros de entrada, os arquitectos e engenheiros serão sempre uma parte vital no processo do projecto térmico.

EnergyPlus é um repositório internacional de algoritmos que podem ser disponibilizadas a todas as partes interessadas.

Estrutura e Gestão da Simulação no EnergyPlus

O chamado "código esparguete" pertencente a natureza dos programas DOE-2 e BLAST resultaram em uma grande confusão sobre a forma como a informação fluía no programa, assim, um dos objectivos do desenvolvimento do EnergyPlus foi o de eliminar as interconexões entre as várias secções dos programas, bem como a necessidade de compreender todas as partes do código.

Este objectivo foi alcançado através de uma estrutura, a qual implementou um "gerente" desta filosofia, assim como resultado, o programa é constituído por muitas peças.

Um dos benefícios obtidos a partir das melhorias estruturais no programa é que o código pôde ser muito mais direccionado e modular. Um resultado correlacionado com a melhoria da estrutura do EnergyPlus foi a definição de uma melhor organização, um conceito de módulo que facilita a adição de recursos e links para outros programas. Para o lançamento inicial do EnergyPlus foi decidido que seria utilizado o Fortran90 devido ao facto de que:

- É uma linguagem modular com compiladores em muitas plataformas;
- Permite estruturas de dados C-like e módulos de linguagem mista;
- Fornece uma estrutura que começa em um objecto-base;
- Permite nomes longos variáveis (até 32 caracteres);
- Fornece compatibilidade com o código legado durante o processo de desenvolvimento.

O principal benefício da modularidade é a de permitir que os investigadores possam desenvolver módulos simultaneamente, sem interferir nos módulos em desenvolvimento ao mesmo tempo que mantém um conhecimento sobre a estrutura do programa. Este recurso é fundamental para promover tanto o uso generalizado e o amplo desenvolvimento de modelos no programa. O EnergyPlus apresenta êxito a medida que o conjunto de potenciais desenvolvedores de modelos aumenta significativamente, sendo que desde a versão original (2001), o código e a estrutura do EnergyPlus continua a evoluir e incorporar alterações.

A modularidade do EnergyPlus torna mais fácil para outros desenvolvedores adicionar módulos de simulação e outros componentes de forma rápida. Isso significa que permite estabelecer mais facilmente ligações com outros programas.

Outra vantagem do EnergyPlus é que ele bem como os programas BLAST e DOE-2 permite compartilhar o código fonte do programa, ou seja permite que este esteja disponível e aberto para inspecções públicas, revisões, e outros. O programa não se destina a ser uma caixa preta para os usuários e desenvolvedores de todo o mundo. Embora haja muitos conflitos de ideias sobre o que se entende por "abrir", o EnergyPlus certamente este não é "fechado" uma vez que isto seria contra as metas que já foram mencionadas. A esperança é que este acesso ao código- fonte melhore a precisão, aplicabilidade e utilização do programa a longo prazo, bem como venha a permitir muitos programadores a trabalhar simultaneamente. Este desenvolvimento "amigável" é fundamental para manter o EnergyPlus actual e em sintonia com os avanços tecnológicos.

Composição e Ficheiros Importantes para correr o EnergyPlus

EnergyPlus é um programa de simulação desenvolvido para modelagem de edifícios com todos seus equipamentos associados, como: aquecimento, ventilação e ar condicionado. EnergyPlus é um motor de simulação: o qual foi concebido para ser um elemento dentro de um sistema de programas que incluem uma interface gráfica para descrever uma construção. No entanto, ele pode ser executado sozinho sem esta interface. É o programa EP-Launch, que ajuda o utilizador a executar o EnergyPlus.

Como todos os programas de simulação EnergyPlus consiste em mais do que apenas um ficheiro executável. O EnergyPlus necessita de vários ficheiros de entrada que descrevem o edifício a ser modelado, bem como o meio ambiente dele. O programa produz vários ficheiros de saída que precisam ser descritos e posteriormente tratados.

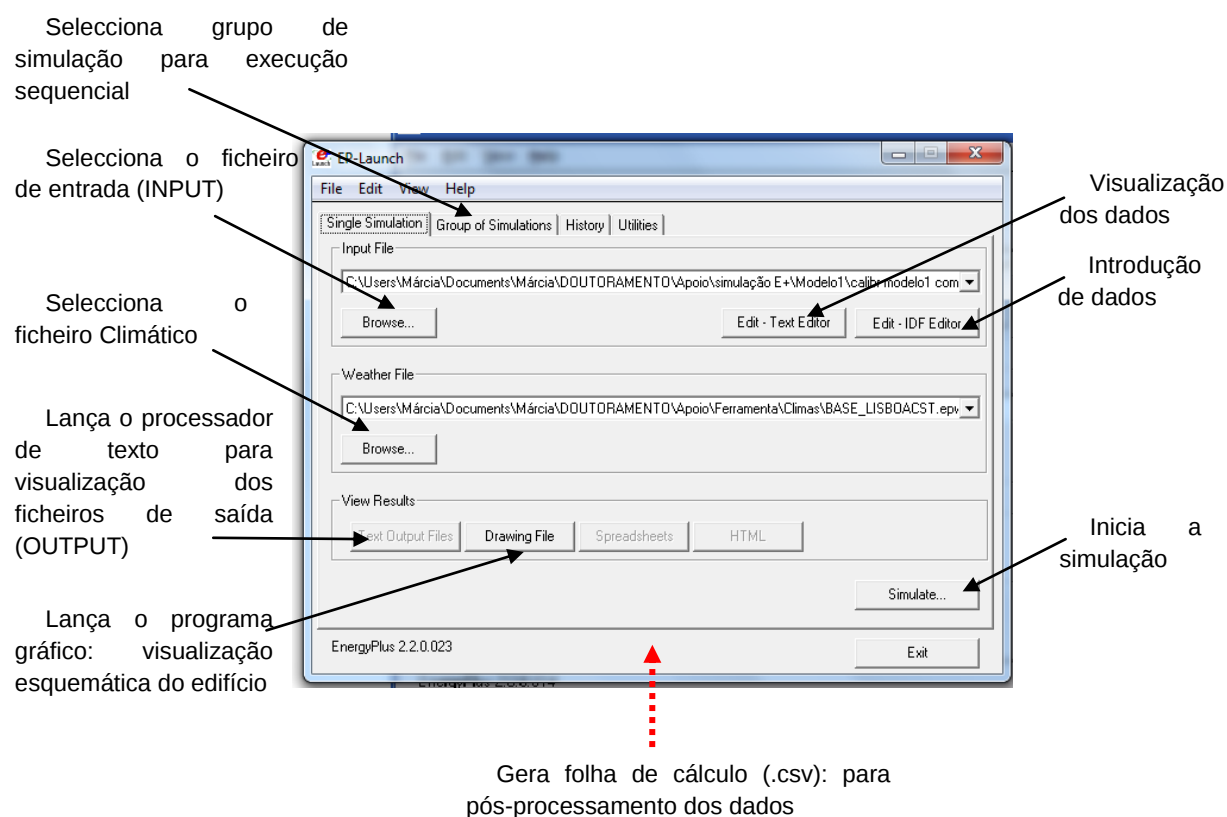
O Energyplus é normalmente executado ao correr um ficheiro de procedimentos que se encarrega de encontrar cuidadosamente os ficheiros de entrada armazenando ou processando os ficheiros de saída. Para ajudar estes procedimentos em ambiente Windows, foi incluído o programa EP-Launch.

O EP-Launch é um componente opcional da instalação do Windows EnergyPlus. Para os usuários que desejam uma forma simples de seleccionar e executar os ficheiros do EnergyPlus, o EP-Launch oferece esta opção. Além disso, o EP-Launch pode ajudar a: abrir um editor de texto para os ficheiros de entrada e de saída, abrir uma folha de cálculos com resultados, o pós-processamento de ficheiros, um navegador na web para tabular os resultados do ficheiro, e iniciar um programa que permita visualizar o ficheiro de desenho gráfico seleccionado ou de interesse.

Desta forma, o EP-Launch faz o encontro entre os ficheiros de dados de entrada (IDF e Ficheiro Climático) com o motor de simulação (Energyplus.exe) de forma a agilizar os procedimentos de simulação, bem como permitir o fácil acesso aos ficheiros de saída.

No EP-Launch pode-se:

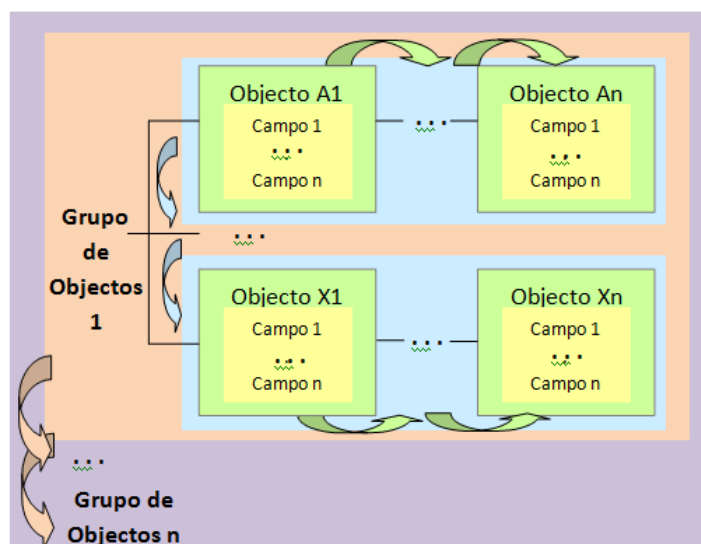
- Seleccionar, buscar e introduzir um ficheiro de entrada (input file) com extensões em .idf;
- Seleccionar o ficheiro climático (*weather data file*) com extensões .epw, existe uma lista de ficheiros climáticos no EnergyPlus, entretanto o utilizador pode também construir o seu próprio ficheiro climático (por exemplo com base em dados monitorizados);
- Aceder "IDF Editor" (onde de facto o utilizador introduz os parâmetros, condições, características e outros relacionados com o projecto em questão);
- Aceder o "Text Editor" (apresenta de forma de texto simples todas as opções tomadas e introduzidas no IDF Editor, desta forma podendo este ser transferido e utilizado em outros programas e ferramentas de escolha e interesse do utilizador) com extensões .txt;
- Aceder o ficheiro de desenho com extensão .dxf (ao seleccionar o botão *Drawing File* o utilizador poderá visualizar o edifício descrito no EP-Launch). Poder visualizar o edifício em questão é uma mais-valia, pois permite verificar e corrigir a geometria do mesmo caso seja necessária. Obs: O ficheiro DXF é um formato de ficheiro do CAD que exhibe a forma física do edifício que está sendo modelado em três dimensões.
- No caso de o utilizador desejar correr um grupo de ficheiros (ao invés de estar a pedir para correr um a um) o botão "Group of Simulation" permite o utilizador determinar os ficheiros de interesse, bem como o ficheiro climático a ser adoptado.
- Aceder o botão "simulate" (botão que faz arrancar e correr o EnergyPlus). Ao terminar de correr o programa um conjunto de relatórios em ficheiro texto são emitidos (relatórios referentes como foi executado: relatório de erros e etc), bem como o ficheiro de saída (output file – resultados dados de saída) com extensões em .csv possíveis de serem lidos em EXCEL. Obs: o relatório de erros (extensão. err) emite 3 tipos de avisos o "warning" (observar) "severe" (o utilizador deve provavelmente resolver) e "fatal" (o utilizador deve corrigir).



No IDF Editor

O Editor do IDF é um simples, "editor" inteligente que lê dados do Dicionário do EnergyPlus (IDD) e permite a revisão / criação de ficheiros de entrada (Input Files - IDF). Pode ser executado directamente no EP-Launch.

O IDF Editor apresenta um conjunto de objectos onde são inseridos e determinados os parâmetros, condições, características e outros referentes ao edifício em estudo. Estes objectos estão reunidos por grupos (grupos de objectos). Alguns grupos da versão do EnergyPlus adoptada para o estudo: *simulation parameters*, *location – climate – weather file*, *surface construction elements*, *thermal zone description/geometry*, *schedules*, *air flow*, *report*.



Descrição dos Objectos – Parâmetros e dados Adoptados no Estudo

Para simular no EnergyPlus é preciso ter uma previsão das transferências de energia relevantes para o comportamento térmico interior e consumo de energia de um edifício. A simulação utiliza modelos simplificados dos processos físicos considerados relevantes para a previsão de múltiplas variáveis.

Para simular é necessário definir: os parâmetros de simulação, o período de análise e a localização (ficheiro climático), materiais e construções, geometria, ventilação e infiltrações, padrões horários e os tipos de ficheiros (dados) de saída.

Todos estes dados são introduzidos (inputs destes dados) nos diversos objectos (grupos de objectos) presentes no IDF Editor, por exemplo:

- Os parâmetros de simulação são introduzidos no grupo de objectos *Simulation Parameters*,
- Os dados referentes ao período de análise e a localização (ficheiro climático) são introduzidos no grupo de objectos *Location-Climate*,
- Os dados referentes aos materiais e construções são introduzidos no grupo de objectos *Surface Construction Elements*,
- Os dados referentes a geometria são introduzidos no grupo de objectos *Thermal Zone/ Geometry*,
- Os dados referentes aos ganhos internos são introduzidos no grupo de objectos *Space Gains*,
- Os dados referentes a ventilação e infiltrações são introduzidos no grupo de objectos *Airflow*,
- Os dados referentes aos padrões horários são introduzidos no grupo de objectos *Schedules*,
- Os dados referentes a definição dos tipos de ficheiros (dados) de saída são introduzidos no grupo de objectos *Report*.

Para melhor compreensão serão apresentados a seguir os grupos de objectos conjuntamente com os dados adoptados para o estudo.

Grupo Simulation Parameters (Parâmetros de Simulação):**Objecto: Version**

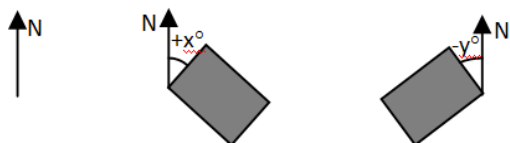
No Campo *Version Identifier* Introduzir no campo a versão do EnergyPlus a ser executada

Para o trabalho em questão que teve início em 2006 passou-se a se utilizar a versão 2.2 do EnergyPlus para todas as simulações efectuadas.

Objecto: Building

Campo *Building Name*: dar um nome ao edifício a ser simulado

Campo *North Axis*: introduzir o valor do ângulo do edifício com o Norte Verdadeiro. Obs: Sentido horário o valor é positivo



Campo *Terrain*: indica o modo como o vento atinge o edifício como reflexo da envoltória (local, terreno, altura construção...). As opções para este campo são country (local aberto cidades de interior); suburbs (local arborizado subúrbio); city (periferia e centros de grandes cidades); ocean (próximo do Oceano ou corpos d'água a uma distância de 5Km); Urban (zonas industriais, florestais...). No caso deste trabalho foram por vezes adoptadas as opções: Ocean (no caso de edifícios próximos do Tejo), e Country (no caso de edifícios em zonas afastadas e ventosas).

Campo *Load Convergence Tolerance Value*: valor entre 0 e 0,5, o qual representa o critério de tolerância das cargas de convergência. Valor que determina as condições de paragem dos cálculos. Foi adoptado o valor que está por defeito.

Campo *Temperature Convergence Tolerance Value*: valor entre 0 e 0,5, o qual representa o critério de tolerância das temperaturas de convergência. Valor que determina as condições de paragem dos cálculos. Foi adoptado o valor que está por defeito.

Obs: Ambas as tolerâncias funcionam da mesma forma, o programa compara as temperaturas máximas experienciadas no edifício/zona com a temperatura máxima do dia anterior, caso as duas temperaturas estejam dentro da tolerância, cumpriu-se a primeira verificação e assim por diante. O mesmo é realizado para as temperaturas mínimas em todas as zonas; bem como é realizado para as cargas interiores dos espaços.

Campo *Solar Distribution*: o valor a ser introduzido neste campo determina como o programa deve tratar ou considerar o feixe de radiação solar (directa), bem como o feixe de radiação reflectida a partir de superfícies exteriores, as quais atingem o interior do edifício/zona. Há 5 escolhas:

- *minimal shadowing* : não há sombras e obstáculos exteriores, toda radiação que entra na zona assume-se que atinge o chão onde é absorvida, a radiação reflectida pelo solo é adicionada a radiação difusa sendo assumido que a mesma é distribuída uniformemente para todas as superfícies internas de acordo com respectivas absorptâncias;

- *full exterior e full exterior with reflections*: considera as sombras projectadas em superfícies exteriores provenientes de elementos destacados do edifício (árvores, edifícios vizinhos) ou elementos pegados no próprio edifício em questão (palas, saliências do próprio edifício). Também é calculado o descrito no minimal shadowing;

- *full interior and exterior e full interior and exterior with reflections*: tem-se em conta as sombras projectadas nas superfícies exteriores resultantes de elementos destacados do edifício (árvores, edifícios vizinhos) ou elementos do próprio edifício (palas horizontais e verticais, proeminências do edifício). Assim, em cada superfície da zona é calculada a

Class List	Comments from IDF
Simulation Parameters	
[0001] VERSION	
[0001] BUILDING	
[0001] TIMESTEP IN HOUR	
[.....] System Convergence Limits	
[0001] INSIDE CONVECTION ALGORITHM	
[0001] OUTSIDE CONVECTION ALGORITHM	
[0001] SOLUTION ALGORITHM	
[0001] SHADOWING CALCULATIONS	
[.....] DEBUG OUTPUT	
[.....] DIAGNOSTICS	
[.....] Preprocessor Message	
[.....] ZONE VOLUME CAPACITANCE MULTIPLIER	
[0001] RUN CONTROL	
[.....] CUSTOM METER	
[.....] CUSTOM METER:DECREMENT	

Field	Units	Obj1
Version Identifier		2.2

Class List	Comments from IDF
Simulation Parameters	
[0001] VERSION	
[0001] BUILDING	
[0001] TIMESTEP IN HOUR	
[.....] System Convergence Limits	
[0001] INSIDE CONVECTION ALGORITHM	
[0001] OUTSIDE CONVECTION ALGORITHM	
[0001] SOLUTION ALGORITHM	
[0001] SHADOWING CALCULATIONS	
[.....] DEBUG OUTPUT	
[.....] DIAGNOSTICS	
[.....] Preprocessor Message	
[.....] ZONE VOLUME CAPACITANCE MULTIPLIER	
[0001] RUN CONTROL	
[.....] CUSTOM METER	
[.....] CUSTOM METER:DECREMENT	

Field	Units	Obj1
Building Name		Peritejo
North Axis	deg	-25
Terrain		Ocean
Loads Convergence Tolerance Value		0.04
Temperature Convergence Tolerance Value	deltaC	0.4
Solar Distribution		FullInteriorAndExterior
Maximum Number of Warmup Days		25

radiação directa incidente. Nesta opção o programa também calcula/contabiliza a radiação (feixe) que atinge a face interna de uma janela (radiação proveniente de outras janelas da zona). O efeito dos dispositivos de sombreamento, quando existentes, é também contabilizado;

Obs: a opção *reflections* faz com que o programa também calcule a radiação solar que é reflectida pelas superfícies exteriores e que posteriormente atingem o edifício: edifícios vizinhos, partes do próprio edifício que reflectem radiação solar para outras partes, reflexão do solo. Para o trabalho em questão foi adoptada a opção full interior and exterior with reflections.

Campo *Maximum Number of Warmup Days*: este campo especifica o número de dias de aquecimento, ou seja significa que o programa fará a simulação a partir de 25 dias antes do dia em que se deseja saber o resultado. Em média (25) é o suficiente.

Objecto: Timestep in Hour

Campo *Timestep in Hour*: é o tempo base para a simulação, ou seja o intervalo de tempo que será considerado na simulação

Valores:

1 = 1 hora

4 = 15 minutos (é o sugerido pelo programa)

6 = 10 minutos (pode gerar instabilidade)

Objecto: Inside Convection Algorithm

Campo *Algorithm*: é o algoritmo a ser adoptado nos cálculos de convecção para a face interior das superfícies. As opções para este campo são 2 modelos de convecção natural e 2 modelos de convecção mista e forçada. Para o estudo foi adoptado *Detailed Natural Convection Model*, o qual segue os algoritmos indicados pela ASHRAE.

Para os modelos de convecção natural:

- As trocas de calor por convecção são activadas pela velocidade do ar quando se trata de superfícies verticais. No caso de superfícies horizontais, o sentido do fluxo desempenha papel importante, pois quando o fluxo é ascendente há coincidência do sentido do fluxo como natural deslocamento ascendente das massas de ar aquecidas, enquanto no fluxo descendente, o ar aquecido pelo contacto com a superfície encontra nela uma barreira para a sua ascensão, dificultando a convecção (seu deslocamento e a sua substituição por nova camada de ar com temperatura inferior a sua).

- Os coeficiente de trocas térmicas por convecção h_c considerados pelo modelo do EnergyPlus que segue a ASHRAE são: $h=0,948$ para superfícies horizontais com fluxo descendente; $h=3,076$ para superfícies verticais; $h=4,040$ para superfícies horizontais com fluxo ascendente; $h=2,281$ para superfícies inclinadas com fluxo descendente; $h=3,870$ para superfícies inclinadas com fluxo ascendente.

Coefficientes também obtidos directamente de Walton (1983) e ASHRAE (1985).

Objecto: Outside Convection Algorithm

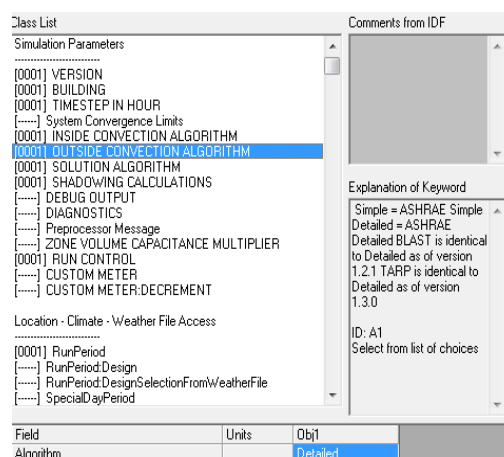
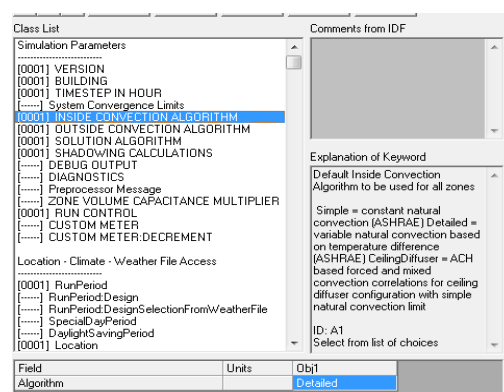
Campo *Algorithm*: é o algoritmo a ser adoptado nos cálculos de convecção para a face exterior das superfícies. As opções para este campo são ao todo 6 modelos de convecção (Simple, Detailed, BLAST, TARP, MOWITT, DOE-2), onde o coeficiente de transmissão de calor depende da rugosidade, velocidade do vento e outros. Para o estudo foi adoptado *Detailed Model*, o qual modela apenas o efeito convectivo e segue os algoritmos indicados pela ASHRAE. (Figure 1, Page 25.1 Thermal and Water Vapor Transmission Data - 2001 ASHRAE Handbook of Fundamentals).

Obs: os Coeficientes de transmissão térmica por radiação são calculados automaticamente pelo programa.

O algoritmo de convecção exterior é modelado utilizando a fórmula clássica:

$$Q = h_c \cdot A \cdot (T_{\text{sup}} - T_{\text{ar}})$$

Q =intensidade do fluxo térmico, h_c = coef. de trocas térmicas; A = área da superfície; T_{sup} = temp. de superfície; T_{ar} = temp. do ar.



Objecto: Solution Algorithm

Campo *Solution Algo*: campo o qual permite seleccionar o tipo de transferência ou trocas de calor (calor sensível e latente) e unidades a ser adoptado.

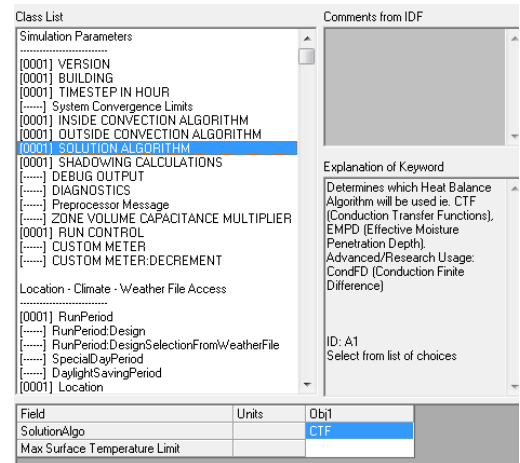
São 3 opções de tipo de algoritmo de transferência de calor e humidade para todo o edifício a ser introduzido neste campo: CTF, EMPD e CondFD.

Para o trabalho em questão foi adoptado o CTF, sendo um método eficiente para calcular fluxos de calor superficiais, isto porque elimina a necessidade de saber as temperaturas e fluxos dentro das superfícies.

O CTF considera somente o calor sensível, portanto não toma em consideração a humidade armazenada ou difundida nos elementos construtivos.

Trocas Térmica: Corpos que estejam a temperaturas diferentes trocam calor, o mais quente perdendo e o mais frio ganhando. Neste caso o calor envolvido é denominado calor sensível, sendo as trocas de calor que envolvam variações de temperatura são denominadas trocas secas. Os mecanismos de trocas secas são: convecção, radiação e condução.

Trocas térmicas por mudança de estado de agregação (sem mudanças de temperatura), no caso da água quando muda de estado (de líquido para vapor ou de vapor para líquido) o calor envolvido nestes mecanismos é denominado calor latente. Trocas térmicas que envolvam a água são denominadas trocas húmidas. Os mecanismos de trocas são: evaporação e condensação.

**Objecto: Shadowing Calculations**

Na intenção de acelerar os cálculos de sombreamento (posição do Sol e etc...) estes são realizados considerando um conjunto de dias. Os valores a serem adoptados nos campos definem a actualização da geometria solar a ser utilizada no cálculo de sombras e ganhos solares. Estes valores podem ser muito importantes para a determinação da quantidade de calor/Sol a entrar na construção e consequentemente a carga necessária para aquecer ou arrefecer o edifício.

Embora o ficheiro climático apresente também a radiação solar, o cálculo relativo a posição solar irá conduzir como estes afectam as várias partes do edifício.

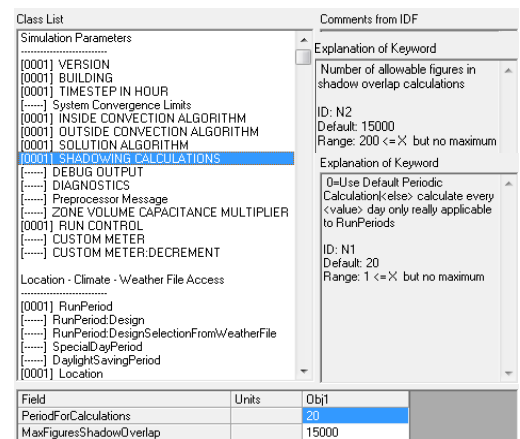
Campo *Period for Calculations*: o cálculo de sombreamento será realizado e actualizado periodicamente mediante o número adoptado neste campo. O valor padrão para este campo (default) sugerido pelo programa é 20 dias (valor adoptado para o trabalho). O padrão de 20 dias é um número médio de dias que representa mudanças significativas na posição dos ângulos solares.

Ao utilizar este campo permitirá sincronizar os cálculos de sombreamento com as mudanças nos dispositivos de sombreamento.

Campo *Max Figures Shadow Overlap*: permite aumentar o número de figuras de sobreposição de sombras. Ao aumentar este valor irá influenciar no tempo de cálculo e simulação do programa, enquanto se reduzir este valor poderá resultar em cálculos não precisos.

O valor padrão para este campo (default) sugerido pelo programa é 15000, sendo este valor adoptado para o trabalho.

Obs. O objecto *Zone Volume Capacitance Multiplier* quando não definido, o programa considera automaticamente o valor (1.0), valor referente a capacidade do volume de ar dentro de cada zona.



Objecto: Run Control

Permite o utilizador especificar que tipos de cálculos serão realizados nas simulações do programa

Campo *Do the Zone Sizing Calculation*:

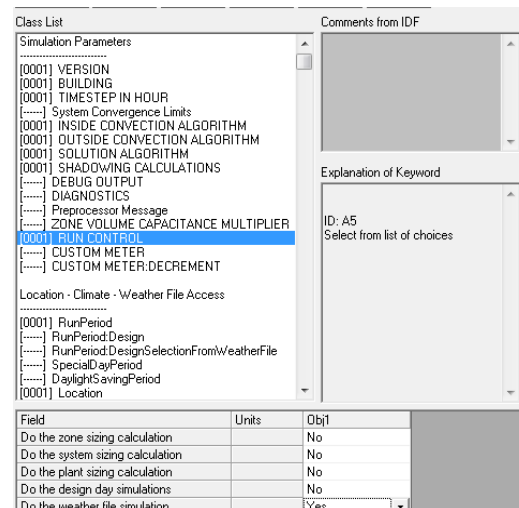
Campo *Do the System Sizing Calculation*:

Campo *Do the Plant Sizing Calculation*:

Os 3 campos acima correspondem ao dimensionamento de sistemas. De entrega calor/frio ao nível da zona (piso radiante/VC/radiador) e sistemas de produção de calor/frio (bomba de calor/Chiller. Para o trabalho foi adoptado “No”.

Campo *Do the Design Day Simulations*: caso “sim” vai considerar nas simulações um dia típico. Para o trabalho foi adoptado “No”.

Campo *Do the Weather File Simulations*: no caso de preencher o campo com “sim” o programa vai realizar as simulações considerando o ficheiro climático (ano todo). Para o trabalho foi adoptado esta opção correspondente ao ficheiro climático ano todo.



Grupo Location – Climate – Weather File Access (Localização – Clima – Acesso ao Ficheiro Climático)

Este conjunto de objectos descreve as condições do ambiente exterior para as simulações

Objecto: Run Period

Descreve os elementos necessários para criar um ficheiro meteorológico para a simulação.

O programa permite introduzir diversos objectos *Run Periods* (períodos de simulação), por exemplo os primeiros 15 dias de Janeiro e os últimos 15 dias de Agosto. O programa também aceita ficheiros climáticos em formato especial (*EnergyPlus Weather format*), os quais podem descrever períodos especiais como períodos de horário de Verão, feriados e outros (são os campos: use weather file holidays, daylight, weekend and holiday rule...); sendo permitido o utilizador aceitar ou ignorar os mesmos.

No caso destes campos não serem preenchidos (BLANK), o programa assume que tais indicações estão contidas no ficheiro climático adoptado (ano todo), ou seja não é que estas informações estão a ser ignoradas, elas estão contidas no ficheiro climático. Obs: somente no caso de o utilizador desejar introduzir dados diferentes dos contidos no ficheiro climático (ano todo) é que deverá construir e indicar nestes campos o nome do ficheiro climático especial.

Para o trabalho em questão somente foram preenchidos os campos descritos a seguir.

Campo *Begin Month*: contém o mês que se inicia a simulação. (1)= Janeiro e (12)= Dezembro.

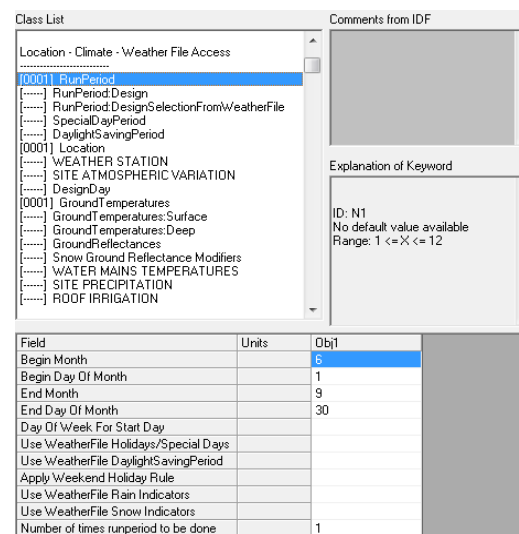
Campo *Begin Day of Month*: o dia que se inicia a simulação. (1)= Dia 1º e (31)= Dia 31º.

Campo *End Month*: mês que finaliza a simulação. (1)= Janeiro e (12)= Dezembro.

Campo *End Day of Month*: o dia que finaliza a simulação. (1)= Dia 1º e (31)= Dia 31º.

Obs: Para o estudo desenvolvido: nos campos acima, os valores os quais indicam o início e fim do período de simulação variaram nas primeiras fases de modelação (modelos detalhados e simplificados simulados sob o mesmo período em que os modelos reais foram monitorizados).

Campo *Number of Times Runperiod to be Done*: valor que indica o número de vezes que a simulação deve ser realizada. Valor padrão (1)



Objecto: Location

Normalmente o ficheiro climático fornecido para o programa contém as informações necessárias para o preenchimento dos campos a seguir. Os campos a seguir devem ser preenchidos tal e qual está indicado no ficheiro climático. Para o trabalho em questão foi adoptado como Localidade a Cidade de Lisboa, devido: as monitorizações terem decorrido em edifícios situados em Lisboa, bem como as próprias intenções contidas no trabalho (descritas ao longo do mesmo).

Campo *Location Name*: nome local (ficheiro climático)

Campo *Latitude*: latitude como ficheiro no climático. Obs. Hemisf. Norte valor (+), Hemisf. Sul valor (-).

Campo *Longitude*: longitude como ficheiro climático. Obs. a Este do Meridiano valor (+), a Oeste do Meridiano valor (-).

Campo *Time Zone*: diferença horária relativa ao Meridiano de Greenwich (GMT), a Este do GMT o valor será (+), a Oeste do GMT será (-). Ex.: 6:30hr corresponde ao valor de (6.5) no campo.

Campo *Elevation*: elevação como está no ficheiro climático. Valor em metros a ser introduzido, o qual representa a elevação da localidade com relação ao nível do Mar.

Field	Units	Obj1
LocationName		LISBOA
Latitude	deg	38.73
Longitude	deg	-9.15
TimeZone	hr	0
Elevation	m	100

Weather File – EnergyPlus Auxiliary Programs

Todos os programas de simulação empregam algum meio de representação das condições climáticas locais na construção de modelos. Por exemplo, o programa Radiance (Ward, 1996) necessita de uma descrição das condições de céu e os valores de iluminância para calcular a distribuição solar através uma janela e dentro de um espaço. Três dos programas de energia utilizadas na simulação do Reino Unido e E.U., ESPR (ESRU 1999), BLAST (UI 1998) e DOE-2 (Winkelmann et al. 1993) também utilizam condições climáticas para simular a resposta de um edifício. Mas, mesmo após 30 anos de avanços significativos no desenvolvimento de capacidades de simulação, estes programas usam as mesmas representações de Clima tal como no passado: temperatura hora a hora, humidade, velocidade do vento e direcção, pressão atmosférica, bem como radiação solar (global directa e difusa).

Estes dados são muitas vezes 'típicos' e provenientes de observações horárias obtidas/fornecidas por um específico serviço climático nacional (autoridades nacionais) ou por uma estação meteorológica. Como exemplo desses dados típicos pode-se incluir: TMY2 (NREL 1995); WYEC2 (ASHRAE 1997) nos Estados Unidos e Canadá; e TRY (CEC 1985) na Europa. Nos Estados Unidos, Crawley (1998), demonstrou que os métodos utilizados para seleccionar os dados para TMY2 (U.S.) e TRY (Europa) correspondem a um conjunto de dados que melhor se adaptam ao longo prazo aos padrões climáticos.

Com relação ao ficheiro climático para Portugal foram disponibilizados para serem utilizados no programa EnergyPlus dados sintéticos, os quais foram cedidos pelo Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P. (INETI). Foram desenvolvidos pelo Doutor Ricardo Aguiar (INETI) dois ficheiros climáticos para Portugal, tais ficheiros apresentam dados sintéticos definidos com base numa

Interpolação de dados climáticos publicados pelo Instituto de Meteorologia entre os anos de 1951-1980 combinados com dados de propriedade do INETI e outras fontes de dados disponíveis gratuitamente. O INETI concedeu a permissão DOE para distribuir as versões dos ficheiros climáticos a serem convertidos para o formato EnergyPlus (EPW) e tornar os ficheiros disponíveis para os utilizadores, sem qualquer custo através do website EnergyPlus.

Os dados sintéticos do INETI apresentam são © 2005 Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, Portugal. <http://www.ineti.pt>

Os dois ficheiros climáticos disponibilizados pelo INETI em formato .epw (formato aceite pelo programa EnergyPlus) são para a cidade de Lisboa e para a cidade de Funchal (Ilha da Madeira). Também existem dados (para construção de ficheiros climáticos) de outras cidades portuguesas, as quais estão disponibilizados no site do EnergyPlus em formato STAT (dados em formato de um relatório síntese), tais como: Bragança, Coimbra, Faro, Évora, Lajes e Porto.

Os dados presentes no ficheiro climático de Lisboa disponibilizado pelo INETI e pelo site do programa E+ são os mesmos presentes no software *Solterm* para mesma cidade. O *Solterm* é um programa desenvolvido, editado e comercializado pelo ex-INETI e actual LNEG, o qual destina-se a análise de desempenho de sistemas solares especialmente ajustado às condições climáticas e técnicas de Portugal; e o mesmo constituiu-se como referência para

cálculo de incentivos governamentais à energia solar sendo actualmente o software utilizado na contabilização da contribuição de sistemas de energias renováveis para o balanço energético de edifícios no contexto do Sistema de Certificação de Edifícios.

O *Solterm* apresenta um banco de dados de Climas, os quais contêm Anos Meteorológicos de Referência para 308 Concelhos de Portugal. O banco de dados climáticos presentes no *Solterm* para diferentes Concelhos de Portugal, bem como outras fontes consolidadas (*Meteonorm...*) podem ser utilizadas para gerar ficheiros climáticos (aceite pelo programa E+).

Os dados do ficheiro climático de Lisboa em formato .epw presente no site do programa E+ foi adoptado neste trabalho nas diversas simulações decorridas. Em determinadas simulações o ficheiro climático de Lisboa foi utilizado como base para a geração de novos ficheiros climáticos. Os novos ficheiros climáticos foram criados para que se pudesse ao longo do trabalho comparar os resultados/respostas dos modelos simulados com modelos reais monitorizados (processo de calibração e simplificação de modelos). Desta forma ao mesmo tempo que os modelos reais foram monitorizados (obtidos dados das condições interiores), também foram obtidos nas Estações Meteorológicas do ex-INETI e actual LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.) as condições exteriores (temperaturas, humidade, radiação global, directa, difusa, direcção e velocidade dos ventos); somente assim permitindo comparar dados e resultados reais com os obtidos a partir de simulações.

Os dados obtidos a partir das estações Meteorológicas do LNEG foram compilados com os dados presentes no ficheiro climático para Lisboa, fornecido no site do programa E+. Foram utilizados os dados das Estações Meteorológicas do LNEG (localizados nas coberturas dos edifícios Solar XXI e G) durante os meses correspondentes ao:

- Verão de 2007 (Junho, Julho, Agosto e Setembro);
- Inverno de 2007-2008 (Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março);
- Verão de 2008 (Junho, Julho, Agosto e Setembro);
- Inverno de 2008-2009 (Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março);

Obs: teve-se o cuidado de introduzir dados das Estações Meteorológicas no ficheiro climático base considerando um período anterior (cerca de 1 Mês antes) as datas solicitadas nas diferentes simulações.

Fases de trabalho e os Ficheiros Climáticos adoptados:

Durante as fases deste trabalho correspondentes ao processo de modelação e calibração dos Modelos Detalhados e Simplificados (descritas a seguir) foram utilizados ficheiros climáticos construídos com dados climáticos obtidos a partir das Estações Meteorológicas LNEG. Fases:

- Modelação e calibração Modelos Detalhados com Modelos Reais (Monitorizações);
- Modelação e calibração Modelos Simplificados com Modelos Detalhados;

Durante as simulações efectuadas para as diferentes soluções presentes na Matriz estabelecida para este trabalho, foram utilizadas o ficheiro original-base para Lisboa (com dados de 30 anos) disponibilizado no site do programa *EnergyPlus* (dados iguais aos apresentados no *Solterm* também). Isto porque nesta situação interessa uma média das condições exteriores a partir de um conjunto de vários anos consecutivos.

O ficheiro EPW contém, os seguintes dados:

- Ano, Mês, Dia e Hora

- **Temperatura de Bulbo Seco:** temperatura do ponto de orvalho em °C no momento indicado. O valor indicado é um valor numérico inteiro, sendo que o programa aceita valores que variam de -70 °C a 70 °C.

Faltando valor nestes campos o programa assume o valor 99.9.

- **Humidade Relativa:** é a Humidade Relativa em percentagem no momento indicado. Os valores válidos variam de 0% a 110%. Faltando valor para este campo é assumido pelo programa o valor 999.

- Pressão Atmosférica da Estação: é a pressão da estação em Pa na hora indicada. Valores válidos vão de 31.000 a 120.000. (Esses valores foram escolhidos a partir da "pressão barométrica padrão" para todas as elevações do Mundo). Faltando valor para este campo é 999999.

- Radiação Extraterrestre Horizontal: é a radiação extraterrestre Horizontal em Wh/m². Ela deve ter um valor mínimo de 0; valor em falta para este campo é 9999. Não é usado actualmente no *EnergyPlus* para cálculos.

- **Radiação Directa Extraterrestre Normal:** é a radiação directa Extraterrestre Normal em Wh/m². (Quantidade de radiação solar em Wh/m² recebida em uma superfície normal aos raios do Sol no topo da atmosfera durante o número de minutos anteriores ao horário indicado). Ela deve ter um valor mínimo de 0; valor em falta para este campo é 9999. Não é usado actualmente no EnergyPlus para cálculos.

- **Intensidade de Radiação Infravermelha Horizontal:** é a intensidade da radiação infravermelha na Horizontal Wh/m². Se estiver faltando, é calculada a partir do total dos campos Opaque Sky Cover. Ela deve ter um valor mínimo de 0; faltando o valor para este campo é assumido 9999.

- **Radiação Global Horizontal:** é a radiação global horizontal em Wh/m². (Montante total de energia solar e difusa, radiação em Wh/m² recebida em uma superfície horizontal, durante o número de minutos que precedem o tempo indicado). Deve ter um valor mínimo de 0; valor em falta para esse campo é assumido 9999.

- **Radiação Directa Normal:** é a radiação directa normal em Wh/m². (Quantidade de radiação solar recebida na Wh/m² directamente do disco solar em uma superfície perpendicular aos raios do sol, durante o número de minutos antes da hora indicada.) Se o campo é "falta" (≥ 9999) ou inválido (<0), o campo fica definido em 0. As contas referentes a tais valores em falta são totalizados e apresentados no final do *RunPeriod*.

- **Radiação Difusa Horizontal** é a radiação difusa horizontal em Wh/m². (Quantidade de radiação solar em Wh/m² recebido do céu (excluindo o disco solar) em uma superfície horizontal, durante o número de minutos antes da hora indicada.) Se o campo é "falta" (≥ 9999) ou inválido (<0), ele é definido a 0. As contas referentes de tais valores em falta são totalizados e apresentados no final do *runperiod*.

- **Iluminância Horizontal Global:** é a iluminância global horizontal medida em lux. (Média total da Iluminância directa e difusa em centenas de lux recebida em uma superfície horizontal, durante o número de minutos anteriores à hora indicada.) Deve ter um valor mínimo de 0; valor em falta para esse campo é 999999 e será considerado na falta de $> = 999900$. Não é usado actualmente no EnergyPlus para cálculos.

- **Iluminância Normal Directa:** é a iluminação directa a Normal medida em lux. (Valor médio de iluminância em centenas de lux recebida directamente do disco solar em uma superfície perpendicular aos raios do sol, durante o número de minutos que antecedem a hora indicada.) Ela deve ter um valor mínimo de 0; valor em falta para esse campo é 999999 e será considerada na falta de $> = 999900$. Não é usado actualmente no EnergyPlus para cálculos.

- **Iluminância horizontal difusa:** é a iluminância difusa horizontal medida em lux. (Valor médio de iluminância em centenas de lux recebido do céu (excluindo o disco solar) em uma superfície horizontal, durante o número de minutos que antecedem a hora indicada.). Ela deve ter um valor mínimo de 0; valor em falta para esse campo é 999999 e será considerada na falta de $> = 999900$. Não é usado actualmente no EnergyPlus para cálculos.

- **Luminancia Zenital:** é medido em cd/m². (Valor médio de luminosidade no zênite do céu em dezenas de Cd/m² durante o número de minutos que antecedem a hora indicada.). Ela deve ter um valor mínimo de 0; valor em falta para este campo é assumido valor de 9999. Não é usado actualmente no EnergyPlus para cálculos.

- **Direcção do Vento:** é a direcção do vento em graus, onde a convenção é que o Norte = 0,0, Leste = 90,0; Sul = 180,0, Oeste = 270,0. (Direcção do vento em graus à hora indicada. Se em calmaria a direcção é igual a zero.) Os valores podem variar de 0 a 360. Valor em falta é de 999.

- **Velocidade do Vento:** é a velocidade do vento em m /seg. (Velocidade do vento na hora indicada.) Os valores podem variar de 0 a 40. Valor em falta é de 999.

- **Céu Cobertura Total:** é o valor total para o céu encoberto (décimos de cobertura). (Ou seja, é um 10/01 coberto. 10 é total cobertura). (Fenômenos Valor da abóbada do céu em décimos coberto por nuvens ou obscurecer a hora indicada no horário indicado.) Isto não é usado a menos que o campo para Horizontal infravermelho Intensidade de radiação está faltando e, em seguida, ele é usado junto com Opaque Sky Capa para calcular Horizontal intensidade de radiação infravermelha. O valor mínimo é 0, o valor máximo é de 10, em falta valor é 99.

- **Céu Cobertura Opaca:** é o valor para o céu opaco tampa (décimos de cobertura). (Ou seja, é um 10/01 coberto. 10 é totalcobertura). (Fenômenos Valor da abóbada do céu em décimos ou coberta por nuvens que obscurecemprevenir a observar o céu ou mais camadas de nuvens na hora indicada.) Isto não é usado menos que o campo de intensidade de radiação infravermelha Horizontal está faltando e, em seguida, é utilizado ao longo Cubra com o Total Sky para calcular Horizontal radiação infravermelha intensidade. O valor mínimo é 0; valor máximo é 10; valor em falta é de 99.

- **Visibilidade:** é o valor de visibilidade em km. (Visibilidade horizontal na hora indicada.) Valor em falta é de 9999. Não é usado actualmente no EnergyPlus para cálculos.

- **Precipitação:** é o valor da precipitação da água em mm. (Isto não é "chuva" - a chuva é incorporada nos

Class List

Surface Construction Elements

- [0010] MATERIAL:REGULAR
- [0001] MATERIAL:REGULAR-R
- [0008] MATERIAL:AIR
- [0019] MATERIAL:WINDOWGLASS
- [.....] MATERIAL:WINDOWGLASS:AltInput
- [0010] MATERIAL:WINDOWGAS
- [.....] MATERIAL:WINDOWGAS:MIXTURE
- [.....] MATERIAL:WINDOWSHADE
- [.....] MATERIAL:WINDOWBLIND
- [.....] MATERIAL:WINDOWSCREEN
- [.....] MATERIAL:ECCROOF
- [.....] MATERIAL:PROPERTY:MOISTURE:EMPD
- [.....] MATERIAL:PROPERTY:TEMPERATUREDEPC
- [.....] WindowGlassSpectralData
- [0022] CONSTRUCTION
- [.....] CONSTRUCTION WITH INTERNAL SOURCE
- [.....] CONSTRUCTION FROM WINDOW5 DATA FIL

Thermal Zone Description/Geometry

- [0006] ZONE
- [.....] ZONE LIST

Comments from IDF

Explanation of Keyword

Regular materials described with full set of thermal properties

ID: A1
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		La mineral (Mw) 30	La mineral (Mw) 40
Roughness		Rough	Rough
Thickness	m	0.03	0.04
Conductivity	W/m-K	0.04	0.04
Density	kg/m ³	65	65
Specific Heat	J/kg-K	754	754
Absorptance: Thermal		0.9	0.9
Absorptance: Solar		0.7	0.7
Absorptance: Visible		0.7	0.7

Campo *Conductivity*: valor referente a condutividade do material a ser definido. Os valores utilizados para os diversos materiais descritos foram obtidos a partir dos documento: ITE50, ITE11, ITE12, A. FROTA, ASHRAE, pdf Mendonça.

Campo *Density*: valor referente a densidade do material a ser definido. Os valores utilizados para os diversos materiais descritos foram obtidos a partir dos documento: ITE50, ITE11, ITE12, A. FROTA, ASHRAE, pdf Mendonça.

Campo *Specific Heat*: valor referente ao calor específico do material a ser definido. Os valores utilizados para os diversos materiais descritos foram obtidos a partir dos documento: A. FROTA, ASHRAE, pdf Mendonça.

Campo *Absorptance - Thermal*: propriedades térmicas

Campo *Absorptance - Solar*: propriedades óptica

Campo *Absorptance - Visible*: propriedades óptica

Objecto: Material Regular-R

Uma das opções para descrever os elementos construtivos opacos no programa, e não leva em consideração a massa térmica do material. Neste objecto as propriedades térmicas do material são definidas principalmente pela resistência térmica (*R*).

Campo *Name*: nome do material (o nome a ser definido deve ser único).

Campo *Roughness*: define a rugosidade das superfícies do material, sendo as opções fornecidas pelo programa: very rough, rough, médium rough, smooth, very smooth.

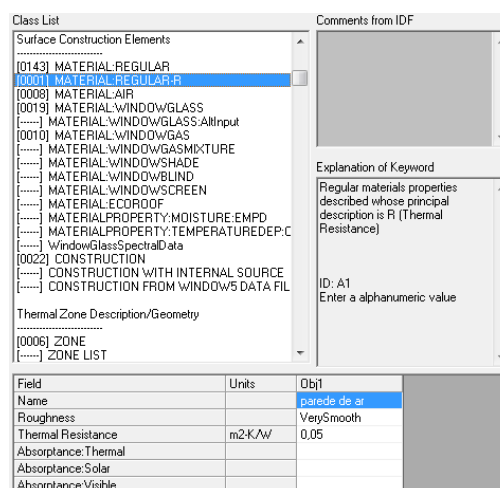
Campo *Thermal Resistance*:

Campo *Absorptance - Thermal*:

Campo *Absorptance - Solar*:

Campo *Absorptance - Visible*:

Para o trabalho verificou-se a necessidade de descrever um objecto nomeado “ parede de ar”, de forma a ser definido através da sua resistência térmica. Este foi utilizado para caracterizar paredes de ar (no local de portas e vãos) entre zonas (divisa entre zonas). Forma utilizada e adoptada para tais situações.

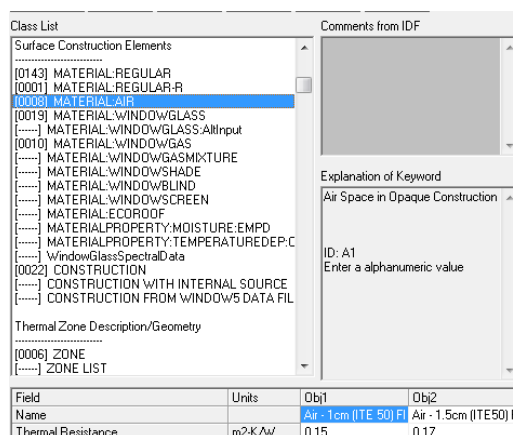


Objecto: Material Air

Objectos somente utilizados para descrever camadas de ar situadas entre outras camadas da construção, (como por exemplo camada de ar entre panos de alvenaria). Também caracterizado através da resistência, a qual tem em conta a também a espessura da camada e sentido do fluxo de calor

Campo *Name*: nome do material (o nome a ser definido deve ser único).

Campo *Thermal Resistance*: valor referente a resistência do material ar a ser definido. Os valores utilizados para os diversos materiais descritos foram obtidos a partir do documento: ITE50.



Objecto: Material WindowGlass

Objecto para definição de materiais não-opacos. Os valores a serem introduzidos nos campos correspondem as características de vidros simples e não compostos.

Campo *Name*: nome do material (o nome a ser definido deve ser único).

Campo *Dirt Correction Factor*: factor de correcção para vidros sujos, onde o valor (1) corresponde a vidros limpos.

Campo *Solar Diffusing*: “Yes” para vidros translúcidos e “No” para vidros transparentes.

Para o estudo em questão foram criados diferentes objectos referentes a diversos tipos de vidros simples de interesse para o mesmo. Para a caracterização destes materiais foram introduzidos valores fiáveis, os quais foram obtidos directamente a uma empresa vidreira com produção em território nacional (Portugal). Boa parte dos valores especificados encontram-se disponíveis no manual do vidro desta empresa, sendo que outros valores não contidos no referido manual (referentes a vidros especiais low-e) também foram disponibilizados por esta empresa.

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		Planlux Incolor Sim	Planlux Incolor Sim
Optical Data Type		SpectralAverage	SpectralAverage
Name of Window Glass Spectral Data Set			
Thickness	m	0.004	0.006
Solar Transmittance at Normal Incidence		0.83	0.79
Solar Reflectance at Normal Incidence: F		0.08	0.07
Solar Reflectance at Normal Incidence: E		0.08	0.07
Visible Transmittance at Normal Incidence		0.9	0.89
Visible Reflectance at Normal Incidence		0.08	0.08
Visible Reflectance at Normal Incidence		0.08	0.08
IR Transmittance at Normal Incidence		0	0
IR Hemispherical Emissivity: Front Side		0.84	0.84
IR Hemispherical Emissivity: Back Side		0.84	0.84
Conductivity	W/m-K	0.9	0.9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible		No	No
Solar Diffusing		No	No

Objecto: Material WindowGas

Define e especifica as propriedades do gás entre os panos de vidro. O próprio programa dá algumas alternativas (ar, árgon, krypton e Xenon). Caso o utilizador deseje definir um outro tipo de gás (fora das opções já dadas pelos programas) deve-se colocar “custom” no campo *Gas Type* e preencher as demais características demais campos.

No caso de adoptar os gases presentes na lista do programa será somente necessário preencher os campos a seguir:

Campo *Name*: nome do material (o nome a ser definido deve ser único).

Campo *Gas Type*: nome do gás presente na lista do programa

Campo *Thickness*: espessura da camada de gás em metros.

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		WindowGas: Air - 1	WindowGas: Air - 1
Gas Type		Air	Air
Thickness	m	0.01	0.012
Conductivity Coefficient A	W/m-K		
Conductivity Coefficient B	W/m-K ²		
Viscosity Coefficient A	g/m-s		
Viscosity Coefficient B	g/m-s-K		
Specific Heat Coefficient A	J/kg-K		
Specific Heat Coefficient B	J/kg-K ²		
Molecular Weight			

Objecto: Material WindowShade

Objectos utilizados para descrever/caracterizar materiais para sombreamento de envidraçados. Estes materiais podem ser do tipo: *Interior shade* (dispositivo de sombreamento interior), *exterior shade* (dispositivo de sombreamento exterior) e *between-glass shades* (dispositivo de sombreamento entre lâminas de vidro).

O programa assume (na existência de um dispositivo de protecção solar) que o dispositivo cobre todo o vão da janela (envidraçados, divisões se houver e etc...). Obs: o utilizador do programa pretender que a uma determinada janela apresente dispositivo de protecção somente em uma percentagem da mesma, ele terá que subdividir a janela em diferentes superfícies introduzindo as características de cada parte em objectos distintos no (E+); desta forma conseguindo controlar e trabalhar cada parte/superfície de forma distinta (caso desejar). O programa permite também que o utilizador controle a presença/ausência (activação/desactivação) de cada do dispositivo de protecção solar caracterizado no mesmo; isto é conseguido em conjunto com os objectos *Schedules*. Obs: a Schedule para os dispositivos de

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		Estore Ext sem pers	Estore Ext permeat
Solar transmittance		0.05	0.05
Solar Reflectance		0.3	0.3
Visible transmittance		0.05	0.05
Visible reflectance		0.3	0.3
Thermal hemispherical emissivity		0.4	0.4
Thermal transmittance		0	0
Thickness	m	0.07	0.07
Conductivity	W/m-K	230	230
Shade-to-glass distance	m	0.07	0.07
Top opening multiplier		0	0
Bottom opening multiplier		0	0
Left-side opening multiplier		0	0
Right-side opening multiplier		0	0
Air flow permeability		0	0.15

protecção serão do tipo On/OFF, onde o valor zero (0) corresponde a situação do dispositivo activado (para baixo) e o valor (1) corresponde a situação do dispositivo desactivado (recolhido/para cima).

O programa também assume que o plano do dispositivo é paralelo ao do envidraçado, ao qual esta fixado; bem como assume que as propriedades reflectância e emissividade são as mesmas em ambos os lados da protecção.

No Manual do EnergyPlus é apresentado as propriedades genéricas para alguns dos dispositivos de sombreamento (propriedades no *Reference Data Set for Material WindowShade*). Os campos deste objecto podem ser utilizados para descrever materiais como: cortinados (translúcidos, de enrolar e outros), dispositivos em lâminas/ripas (slat-type devices), estores. No caso deste trabalho os modelos apresentam diferentes dispositivos de protecção solar, entretanto estes se enquadram no tipo *WindowShade*; para o trabalho foram descritos em diferentes objectos: cortinados interiores; estores exteriores com diferentes permeabilidades ao ar; e portadas de madeira interiores (sem e com uma camada de isolamento).

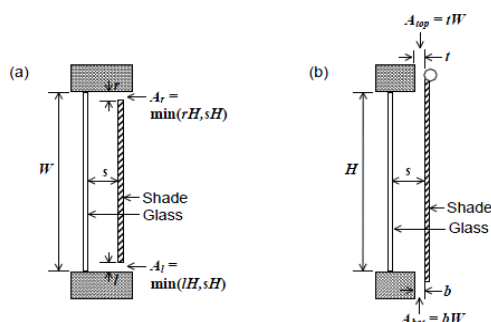


Figure 10. Examples of air-flow openings for an interior shade covering glass of height H and width W . Not to scale. (a) Horizontal section through shade with openings on the left and right sides (top view). (b) Vertical section through shade with openings at the top and bottom (side view). In (a) Left-Side Opening Multiplier = $A_l/sH = \min(l/s, 1)$ and Right-Side Opening Multiplier = $A_r/sH = \min(r/s, 1)$. In (b) Top Opening Multiplier = $A_{top}/sW = t/s$ and Bottom Opening Multiplier = $A_{bot}/sW = b/s$.

Esquema extraído do Manual do EnergyPlus (Input Output Reference pg 99.)

Ainda dentro do Grupo Surface Construction Elements (Elementos Construtivos) podem ser caracterizados outros tipos de materiais, tais como os que se seguem. Os objectos seguintes são brevemente descritos por serem uma valia do programa, embora não tenham sido recorridos neste trabalho.

Objecto: Material WindowBlind

Objectos utilizados para descrever/caracterizar materiais para sombreamento de envidraçados do tipo persianas (ver figura extraída Manual EnergyPlus - Input Output Reference pg. 108)

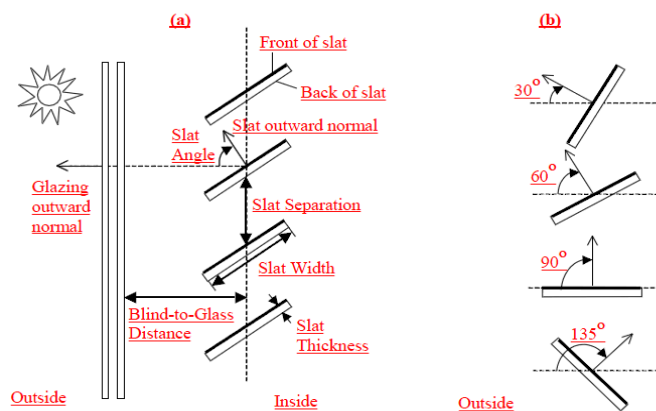


Figure 11. (a) Side view of a window blind with horizontal slats (or top view of blind with vertical slats) showing slat geometry. The front face of a slat is shown by a heavy line. The slat angle is defined as the angle between the glazing outward normal and the slat outward normal, where the outward normal points away from the front face of the slat. (b) Slat orientations for representative slat angles. The slat angle varies from 0° , when the front of the slat is parallel to the glazing and faces toward the outdoors, to 90° , when the slat is perpendicular to the glazing, to 180° , when the front of the slat is parallel to the glazing and faces toward the indoors. The minimum and maximum slat angles are determined by the slat thickness, width and separation.

Objecto: Material WindowScreen

Objectos utilizados para descrever/caracterizar materiais para sombreamento de envidraçados do tipo malha de insecto.

Objecto: Material EcoRoof

Objectos utilizados para descrever/caracterizar materiais para sombreamento de cobertura do tipo cobertura verde (cobertura ecológica). O modelo considerado pelo programa foi testado através do algoritmo CTF.

Objecto: Construction

Cada objecto consiste num grupo de matérias (materiais já especificados nos objectos anteriores: *Material*, *Material-R*, *Material Air*, *WindowGlass* e etc...), sendo o Outside layer a camada mais exterior do elemento/solução construtiva (quando o observador se encontra no interior da zona). Esta versão do programa permite que cada solução construtiva possa ter até 10 camadas. Portanto, as diferentes soluções construtivas a serem definidas em uma determinada zona, são construídas camada por camada.

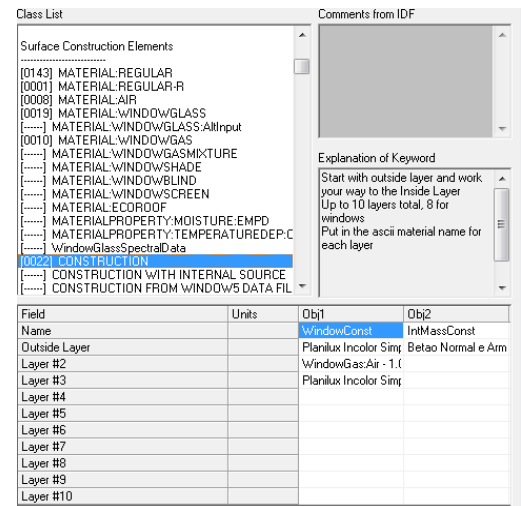
Campo *Name*: nome da solução construtiva (ou seja um nome para um grupo de materiais), sendo que o nome a ser definido deve ser único.

O utilizador pode seleccionar o nome de cada camada ao clicar em cada campo, de forma que aparecerá uma lista de nomes; tais nomes são todos aqueles que foram introduzidos anteriormente nos objectos *Material* (nomes de materiais caracterizados termicamente e etc...). Aparece como uma lista de nome, mas estão subentendidas todas as características que definem cada material seleccionado.

Campo *Outside Layer*: nome do material situado na camada mais ao exterior de toda a solução construtiva.

Campo *Layers#2*: nome do material situado na 2ª camada mais ao exterior de toda a solução construtiva.

Uma zona pode apresentar diferentes soluções construtivas, uma (ou mais) soluções para: o tecto, o pavimento, para paredes exteriores, paredes interiores com e sem requisitos, vãos envidraçados e outros.

**Grupo Thermal Zone/ Geometry (Geometria e Zonas Térmicas)**

Grupo de objectos utilizados para definir zonas.

Objecto: Zone

Campo *Zone Name*: nome da zona (o nome a ser definido deve ser único para cada zona). Cada zona deve estar definida em objectos distintos.

Campo *Relative North*: rotação da zona relativamente ao eixo Norte do edifício.

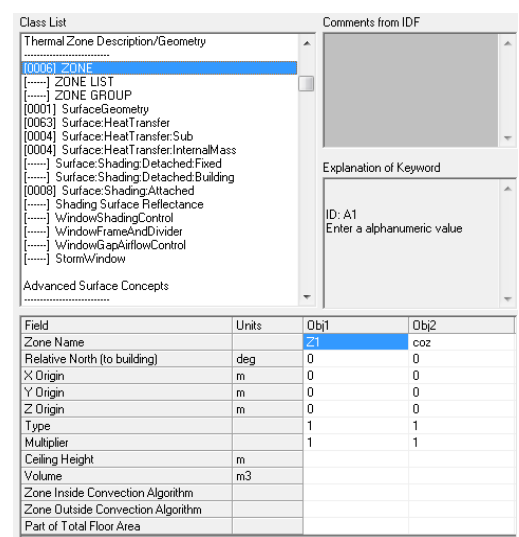
Campo *X, Y, Z Origin*: ponto de origem da zona com relação ao sistema de coordenadas do edifício.

Campo *Type*: 1 é o padrão (default).

Campo *Multiplier*: 1 é o padrão (default). Valor que corresponde a um multiplicador de carga da zona; campo utilizado quando existem diversas zonas idênticas a serem servidas pelo mesmo sistema de climatização.

Campo *Ceiling Height*: o programa calcula automaticamente a partir da altura média da zona.

Campo *Volume*: o programa calcula automaticamente.



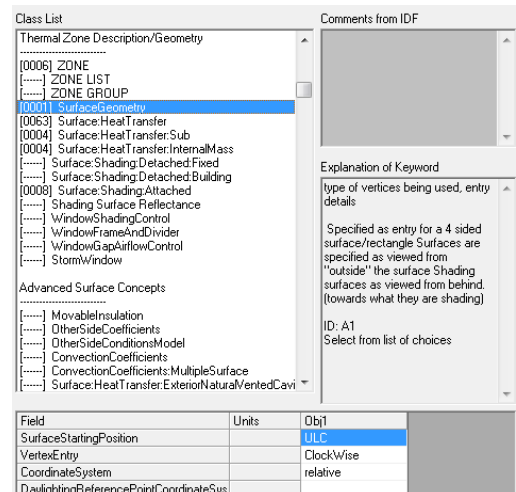
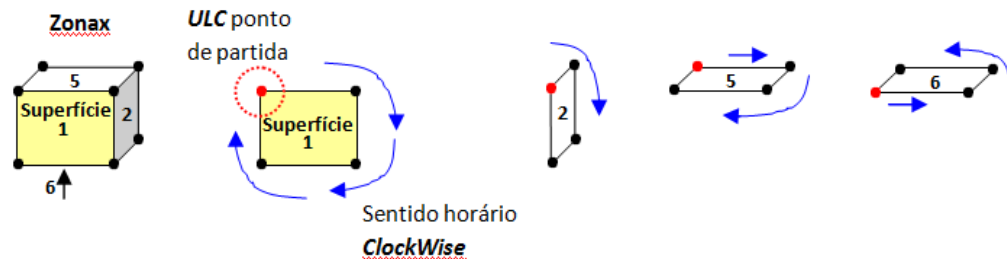
Objecto: Surface Geometry

Utilizado para definir as convenções a serem utilizadas nas superfícies. As superfícies de cada zona são definidas (conjunto de coordenadas x,y e z) pelo exterior (observador no exterior)

Campo *Surface Starting Position*: definição do ponto inicial. Os pontos iniciais podem ser *ULC* (upper left corner), *URC* (upper right corner), *LLC* (lower left corner), *LRC* (lower right corner). Para o trabalho foi adoptado *ULC* (upper left corner), ou seja o canto superior esquerdo.

Campo *Vertex Entry*: definição do sentido de introdução dos vértices, estes podem ser: *ClockWise* (sentido horário) ou *CounterClockWise* (sentido anti-horário). Para o estudo foi adoptado o sentido horário *ClockWise*.

Campo *Coordinate System*: para definição dos vértices, as opções podem ser *Relative* (permite maior flexibilidade e mudanças rápidas, bem como a observação nos resultados referentes a mudanças na orientação e posição do edifício) ou *World*. Para o trabalho em questão foi adoptado o sistema de coordenada *Relative*, para tal adopção também o utilizador deverá fazer uso dos campos *Building and Zone North Axis* e *ZoneOrigin*.

**Objecto: Surface Heat Transfer**

Conjunto de objectos utilizados para definir superfícies opacas.

Campo *Surface Name*: nome da superfície opaca. O nome deve ser único para cada superfície e cada superfície deve estar definida em objectos distintos.

Campo *Surface Type*: neste campo deve se escolher dentro das opções dadas pelo programa o tipo de superfície, as quais podem ser: *floor* (no caso da superfície ser um pavimento inferior ou piso), *wall* (no caso da superfície ser uma parede), *ceiling* (no caso de ser uma cobertura plana) e *roof* (no caso de telhados inclinados).

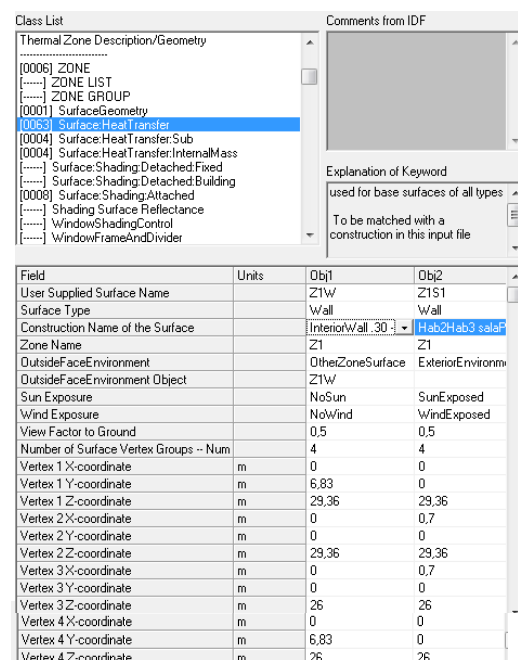
Campo *Construction Name of Surface*: nome da construção que constitui a superfície. O programa apresenta uma lista de nomes, os quais foram criados anteriormente pelo utilizador no objecto *Construction*.

Campo *Zone Name*: escrever o nome da zona (entre as zonas especificadas anteriormente) a qual esta superfície faz parte (para o programa estabelecer uma ligação/identificação entre a superfície e a zona).

Campo *Outside Face Environment*: utilizado para caracterizar a situação da superfície com relação ao que esta em contacto com a mesma na face exterior. O programa oferece uma pequena lista de opções, sendo algumas delas: *ExteriorEnvironment* (em contacto com o ambiente exterior – sujeita as condições exteriores), *OtherZoneSurface* (quando a superfície em questão está em contacto com superfícies pertencentes a outras zonas) e outras. Estas foram as mais utilizadas ao longo das simulações efectuadas neste trabalho.

Campo *Outside Face Environment Object*: no caso de ter sido adoptado no campo anterior a opção *OtherZoneSurface*; o utilizador deverá inserir neste campo em questão o nome da superfície que está a fazer divisa/ contacto com esta.

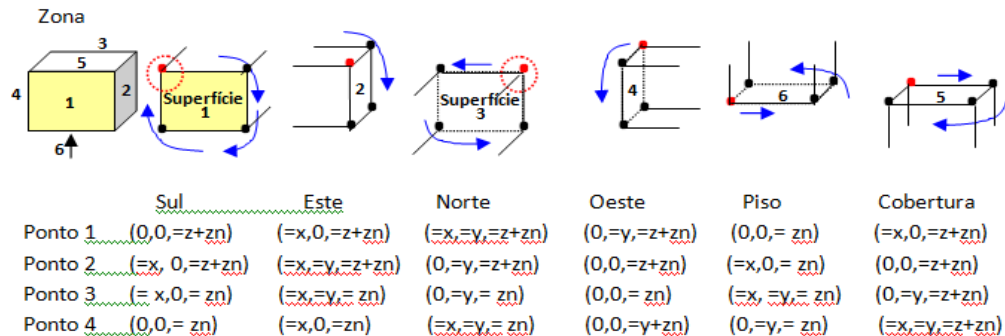
Campo *Sun Exposure*: para definir se a superfície em questão apresenta exposição ou não ao Sol. No caso de um piso sobrelevado em contacto com o exterior, este poderá estar exposto ao vento e não ao Sol.



Campo *Wind Exposure*: para definir se a superfície em questão apresenta exposição ou não ao Vento.

Campo *View Factor to Ground*: é usado para calcular a radiação solar difusa proveniente do solo que incide sobre a superfície opaca. Por exemplo, se não há obstruções, uma superfície vertical vê metade do plano de apoio e assim este Factor será (0,5).

Campo *Number of Surface Vertex*: número de vértices que determinam a superfície em questão.



Objecto: Surface Heat Transfer Sub

Conjunto de objectos utilizados para definir superfícies não-opacas (transparentes).

Campo *Surface Name*: nome da superfície transparente. O nome deve ser único para cada superfície (janela, porta envidraçada e outros) e cada superfície deve estar definida em objectos distintos.

Campo *Surface Type*: tipo a ser definido pelo utilizador dentro da lista de opções dada pelo programa (janela, porta de vidro e outros). Nos casos estudados foram descritos nestes objectos somente janelas.

Campo *Construction Name of Surface*: nome da construção que constitui a superfície. O programa apresenta uma lista de nomes, os quais foram criados anteriormente pelo utilizador no objecto *Construction* (neste caso o utilizador deverá seleccionar nomes que correspondam as soluções de tipo de vidro).

Campo *Base Surface Name*: nome da superfície opaca (base) a qual a superfície transparente em questão está inserida.

Campo *View Factor to Ground*: é usado para calcular a radiação solar difusa proveniente do solo que incide sobre a superfície transparente. Por exemplo, se não há obstruções, uma superfície vertical vê metade do plano de apoio e assim este Factor será (0,5).

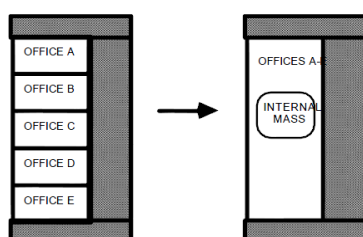
Campo *Name of Shading control*: no caso da superfície transparente que está a ser definida apresentar algum tipo de dispositivo de protecção solar, deve-se introduzir neste campo o mesmo nome o qual foi dado ao dispositivo de protecção no Objecto *Window Shading Control*. Desta forma a estabelecer ligação (para o programa) entre a superfície transparente e o respectivo dispositivo.

Campo *Number of Surface Vertex*: número de vértices que determinam a superfície em questão.

Class List	Comments from IDF	
Thermal Zone Description/Geometry	Explanation of Keyword	
[0006] ZONE	used for base surfaces of all types	
[.....] ZONE LIST	From the exterior of the surface Unused if one uses the "reflections" options in Solar Distribution in Building input unless a Daylighting Device: Shell or Daylighting Device: Tubular has been specified. autocalc will automatically calculate this value from the tilt of the surface	
[.....] ZONE GROUP		
[0001] SurfaceGeometry		
[0063] Surface:HeatTransfer		
[0004] Surface:HeatTransfer:Sub		
[.....] Surface:HeatTransfer:InternalMass		
[.....] Surface:Shading:Detached:Fixed		
[.....] Surface:Shading:Detached:Building		
[0008] Surface:Shading:Attached		
[.....] Shading:Surface:Reflectance		
[.....] WindowShadingControl		
[.....] WindowFrameAndDivider		
Field	Units	Obj1
User Supplied Surface Name		Obj2
Surface Type		WINDOW
Construction Name of the Surface		WindowConst
Base Surface Name		WINDOW
OutsideFaceEnvironment Object		WINDOW
View Factor to Ground		0,5
Name of shading control		0,5
WindowFrameAndDivider Name		
Multiplier		1
Number of Surface Vertex Groups -- Num		4
Vertex 1 X-coordinate	m	0,7
Vertex 1 Y-coordinate	m	0
Vertex 1 Z-coordinate	m	28,98
Vertex 2 X-coordinate	m	5,8
Vertex 2 Y-coordinate	m	0
Vertex 2 Z-coordinate	m	28,98
Vertex 3 X-coordinate	m	5,8
Vertex 3 Y-coordinate	m	0
Vertex 3 Z-coordinate	m	26,38
Vertex 4 X-coordinate	m	0,7
Vertex 4 Y-coordinate	m	0
Vertex 4 Z-coordinate	m	26,38

Objecto: Surface Heat Transfer Internal Mass

Usada para especificar a área e parâmetros de um determinado elemento localizado dentro de uma zona, o qual é importante para os cálculos de transferência de calor mas não é importante geometricamente. Pode ser utilizado para representar: mobiliário, lajes internas, paredes internas entre outros.



Class List	Comments from IDF	
Thermal Zone Description/Geometry	Explanation of Keyword	
[0006] ZONE	Used to describe internal zone surface area that does not need to be part of geometric representation. This should be the total surface area exposed to the zone air.	
[.....] ZONE LIST		
[.....] ZONE GROUP		
[0001] SurfaceGeometry		
[0063] Surface:HeatTransfer		
[0004] Surface:HeatTransfer:Sub		
[.....] Surface:HeatTransfer:InternalMass		
[.....] Surface:Shading:Detached:Fixed		
[.....] Surface:Shading:Detached:Building		
[0008] Surface:Shading:Attached		
[.....] Shading:Surface:Reflectance		
[.....] WindowShadingControl		
[.....] WindowFrameAndDivider		
[.....] StormWindow		
Advanced Surface Concepts		
[.....] MovableInsulation		
[.....] OtherSideCoefficients		
[.....] OtherSideConditionsModel		
[.....] ConvectionCoefficients		
Field	Units	Obj1
User Supplied Surface Name		Obj2
Construction Name of the Surface		IntMassConst
Zone Name		IntMassConst
Surface area	m2	2,08

Qualquer superfície descrita como uma parede interior, piso ou teto pode ser facilmente descrito como uma Massa Interna, neste tipo de superfície a massa troca apenas energia com a zona em que são descritos.

Campo *Surface Name*: nome da massa térmica, sendo que o nome deve ser único.

Campo *Construction Name of Surface*: nome da construção que constitui a massa térmica. O programa apresenta uma lista de nomes, os quais foram criados anteriormente pelo utilizador no objecto *Construction*.

Campo *Zone Name*: nome da zona a qual a massa térmica em definição faz parte.

Campo *Surface Area*: área da superfície da massa térmica em m².

A área a ser especificada deve ser a área total da superfície que está exposta à zona. Se ambos os lados de uma parede estão totalmente dentro de uma mesma zona, a área de ambos os lados da parede devem ser incluídos quando se descreve a parede como massa interna.

Objecto: Surface Detached Fixed

Utilizado para descrever elementos exteriores ao edifício (não conectados ao edifício), tais como árvores, edifícios vizinhos e outros. O efeito mais importante é do reduzir os ganhos solares através das janelas.

Neste objecto os elementos que foram descritos ficarão estacionados caso o edifício em estudo seja rodado (*rotate*) com relação as coordenadas.

Objecto: Surface Detached Building

Utilizado para descrever elementos exteriores ao edifício (não conectados ao edifício), tais como árvores, edifícios vizinhos e outros. O efeito mais importante é do reduzir os ganhos solares através das janelas.

Neste objecto quando o edifício for rodado (*rotate* com relação as coordenadas utilizadas) os obstáculos definidos vão rodar junto com o edifício.

Objecto: Surface Shading Attached

Utilizado para descrever elementos exteriores ao edifício conectados ao edifício, tais como palas, e outros que esteja fixados numa superfície/base específica do edifício (normalmente paredes). Normalmente estes elementos são projectados para sombrear vãos envidraçados, sendo o efeito mais importante é do reduzir os ganhos solares através das janelas.

Campo *Surface Name*: nome do elemento, sendo que o nome deve ser único.

Campo *Base Surface Name*: nome da superfície base, qual o elemento está fixado.

Campo *Trans Sched Shadow Surf*: serve para que o utilizador possa determinar o grau de opacidade do elemento. No caso *OFF* é igual a zero e neste caso significa que o elemento é sempre opaco. No estudo foi adoptado neste campo o valor (0)/ *OFF*.

Campo *Number of Surface Vertex*: número de vértices que determinam a superfície em questão.

Class List		Comments from IDF	
Thermal Zone Description/Geometry			
[0006] ZONE			
[.....] ZONE LIST			
[.....] ZONE GROUP			
[0001] SurfaceGeometry			
[0003] Surface:HeatTransfer			
[0004] Surface:HeatTransfer:Sub			
[0004] Surface:HeatTransfer:InternalMass			
[.....] Surface:Shading:Detached:Fixed			
[.....] Surface:Shading:Detached:Building			
[0008] Surface:Shading:Attached			
[.....] Shading Surface Reflectance			
[.....] WindowShadingControl			
[.....] WindowFrameAndDivider			
[.....] WindowGapAirflowControl			
[.....] StormWindow			
		Explanation of Keyword	
		used for fins, overhangs, elements that shade the building, are attached to the building but are not part of the heat transfer calculations	
Field	Units	Obj1	Obj2
User Supplied Surface Name		Z1SwinHS-sup	Z1SwinHS-inf
Base Surface Name		Z1S2	Z1S2
Trans:SchedShadowSurf		OFF	OFF
Number of Surface Vertex Groups -- Num		4	4
Vertex 1 X-coordinate	m	-5	-5
Vertex 1 Y-coordinate	m	-1,1	-1,1
Vertex 1 Z-coordinate	m	28,98	26,38
Vertex 2 X-coordinate	m	5,95	5,95
Vertex 2 Y-coordinate	m	-1,1	-1,1
Vertex 2 Z-coordinate	m	28,98	26,38
Vertex 3 X-coordinate	m	5,95	5,95
Vertex 3 Y-coordinate	m	0	0
Vertex 3 Z-coordinate	m	28,98	26,38
Vertex 4 X-coordinate	m	-5	-5
Vertex 4 Y-coordinate	m	0	0
Vertex 4 Z-coordinate	m	28,98	26,38
Vertex 5 X-coordinate	m		
Vertex 5 Y-coordinate	m		

Objecto: Shading Surface Reflectance

Especifica propriedades reflectantes de superfícies sombreadoras (*shading surfaces*), esta opção somente fica disponível conjuntamente com a selecção da opção *withReflections* (no Objecto *Building* do Grupo *Simulation Parameters*).

Grupo Schedules

Este grupo de objectos permite o utilizador programar a influência de vários itens, tendo sido adoptado para especificar padrões de utilização, bem como taxas de ventilação natural, dispositivos de sombreamento entre outros.

Grupo Air Flow

Uma característica importante no consumo de energia nos edifícios é o fluxo de ar entre as zonas e o fluxo de ar devido à ventilação natural (por exemplo, janelas abertas) ou ventilação mecanicamente induzida (por exemplo, ventiladores). Este grupo de objectos descreve esses elementos, tendo sido especificado para o estudo diferentes taxas de renovação de ar no objecto *infiltration*, isto conforme as condições obtidas por monitorização ou estabelecidas no processo de simulação.

Objecto: Infiltration

Objecto que considera o fluxo de ar não intencional do ambiente exterior directamente em uma zona térmica, sendo a infiltração geralmente causado pela abertura e fechamento das portas exteriores, rachaduras em torno das janelas, e até mesmo em quantidades muito pequenas através de elementos de construção.

Class List		Comments from IDF		
[.....] DAYLIGHTING:DElight:Complex Fenestration				
[.....] Daylighting:Illuminance Map				
[.....] Daylighting:Illuminance Map:Style				
[.....] Daylighting:Device:Tubular				
[.....] Daylighting:Device:Shell				
[.....] Light Well				
AirFlow				
[0024] INFILTRATION				
[.....] VENTILATION				
[.....] M2ONG				
[.....] CROSS M2ONG				
[.....] EARTH TUBE				
Design Objects				
[.....] SIZING PARAMETERS				
Field	Units	Ob1	Ob2	Ob3
Name		3-1-121modelo1-infil	3-1-221modelo1-infil	3-1-321
Zone Name		3-1-121modelo1	3-1-221modelo1	3-1-321
SCHEDULE Name		ON	ON	Rph an
Design Volume Flow Rate calculation me		ACH	ACH	ACH
Design Volume Flow Rate	m3/s			
Flow per Zone Area	m3/s-m2			
Flow per Exterior Surface Area	m3/s-m2			
Air Changes Per Hour		0.8	0.8	1
Constant Term Coefficient		1	1	1
Temperature Term Coefficient				
Velocity Term Coefficient				
Velocity Squared Term Coefficient				

Grupo Compact HVAC

Este grupo de objectos permite a especificação de termóstatos para diferentes zonas, tendo sido estabelecido neste estudo dois “setpoints” (um de aquecimento a 20°C e outro de arrefecimento a 25°C). Geralmente recorreu-se a este grupo de objectos em simulações efectuadas onde a intenção era a de se obter resultados referentes às necessidades de aquecimento e de arrefecimento.

Class List		Comments from IDF		
[.....] FluidProperty:Temperatures				
[.....] FluidProperty:Saturated				
[.....] FluidProperty:Superheated				
[.....] FluidProperty:Concentration				
Compact HVAC				
[0001] COMPACT HVAC:THERMOSTAT				
[0024] COMPACT HVAC:ZONE-PURCHASED AIR				
[.....] COMPACT HVAC:ZONE-FAN COIL				
[.....] COMPACT HVAC:ZONE-PTAC				
[.....] COMPACT HVAC:ZONE-PTHP				
[.....] COMPACT HVAC:ZONE-UNITARY				
[.....] COMPACT HVAC:ZONE-VAV				
[.....] COMPACT HVAC:ZONE-VAV-FAN POWER				
[.....] COMPACT HVAC:SYSTEM-UNITARY				
[.....] COMPACT HVAC:SYSTEM-VAV				
[.....] COMPACT HVAC:PLANT-CHILLED WATER				
[.....] COMPACT HVAC:PLANT-CHILLER				
[.....] COMPACT HVAC:PLANT-TOWER				
[.....] COMPACT HVAC:PLANT-HOT WATER LO				
[.....] COMPACT HVAC:PLANT-BOILER				
Economics				
Field	Units	Ob1	Ob2	Ob3
Thermostat Name		AQUEC-ARREFEC		
Thermostat Heating Setpoint Schedule				
Thermostat Constant Heating Setpoint	C	20		
Thermostat Cooling Setpoint Schedule				
Thermostat Constant Cooling Setpoint	C	25		

Report

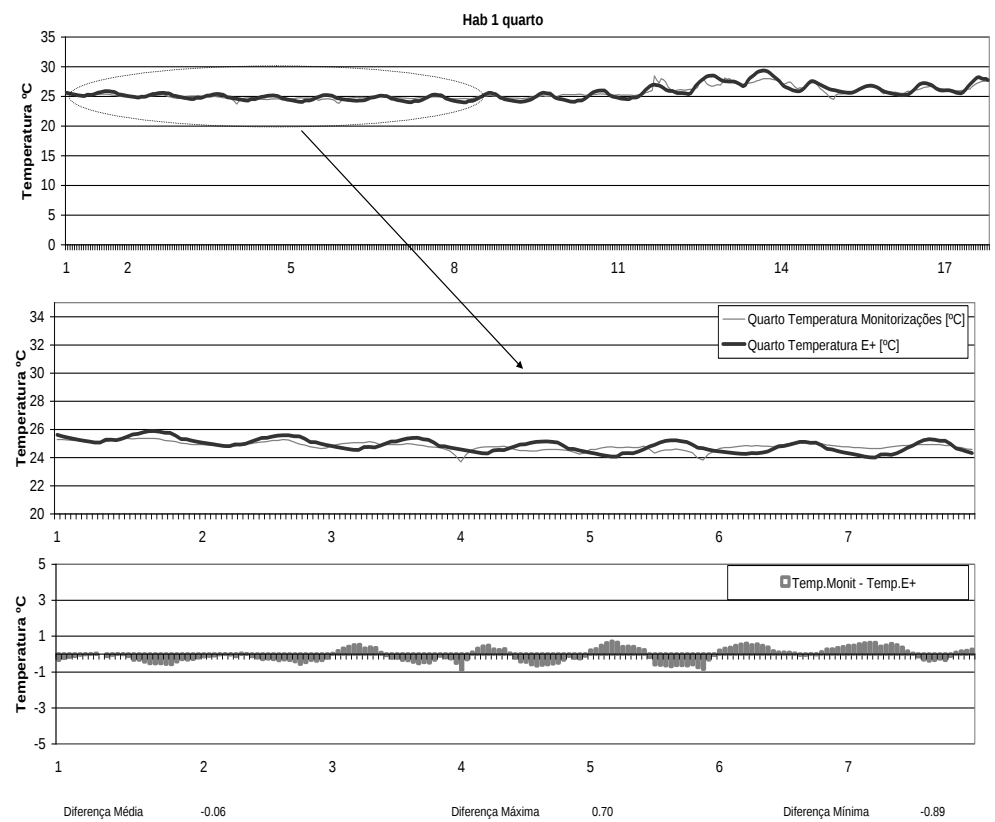
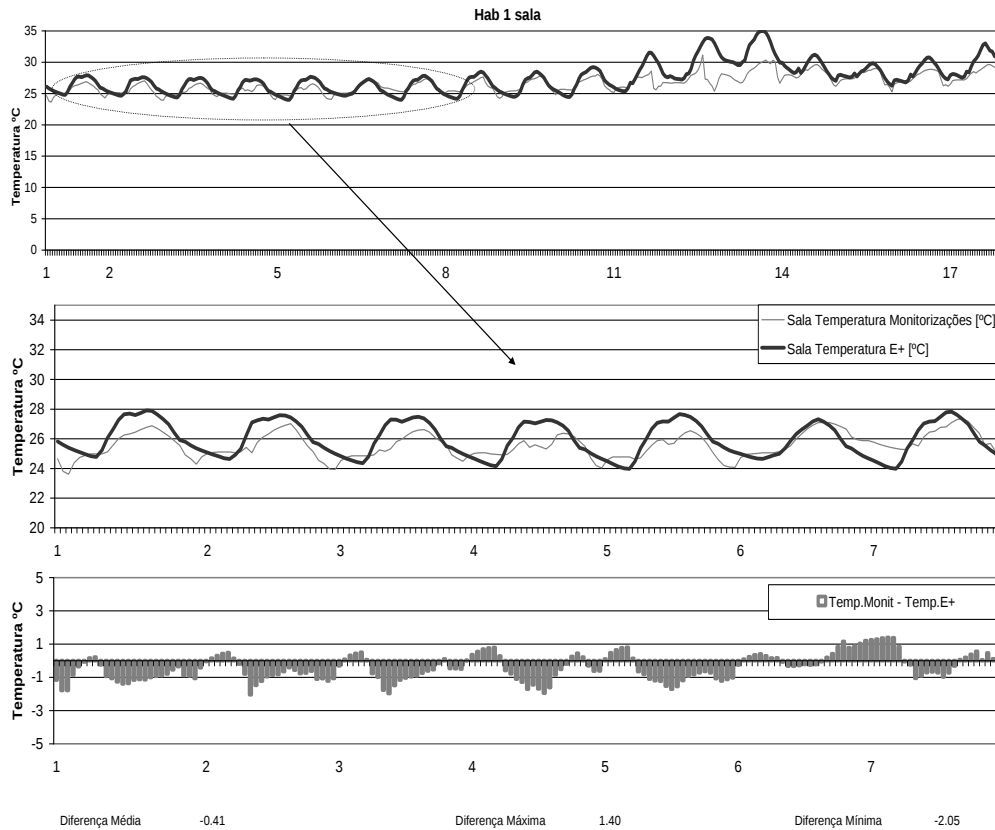
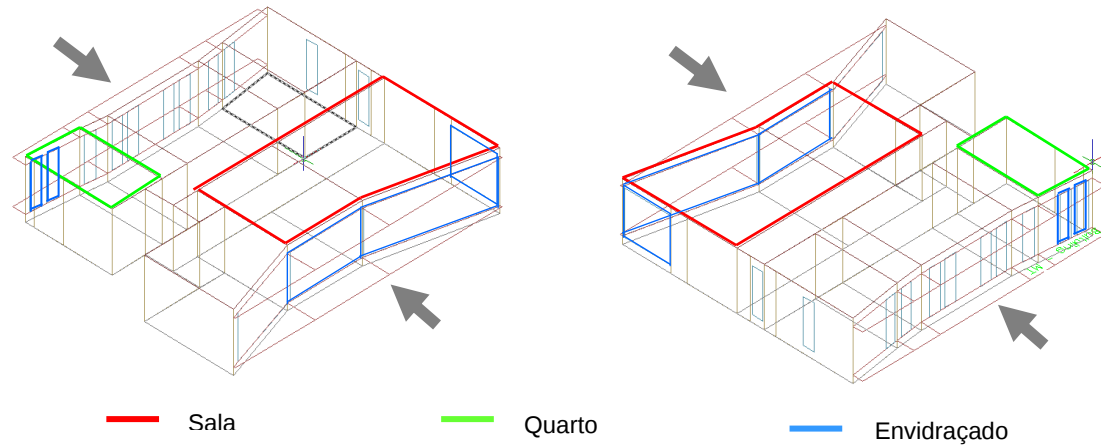
Para o estudo foram solicitados os seguintes tipos de dados (horários) de saída:

- Em regime flutuante: Outdoor Dry Bulb; Zone Mean Air Temperature e Zone Air Relative Humidity.
- Regime Termoestático: Purchased Air Heating Energy e Purchased Air Total Cooling Energy.

3.1.3a Calibração-1 Verão

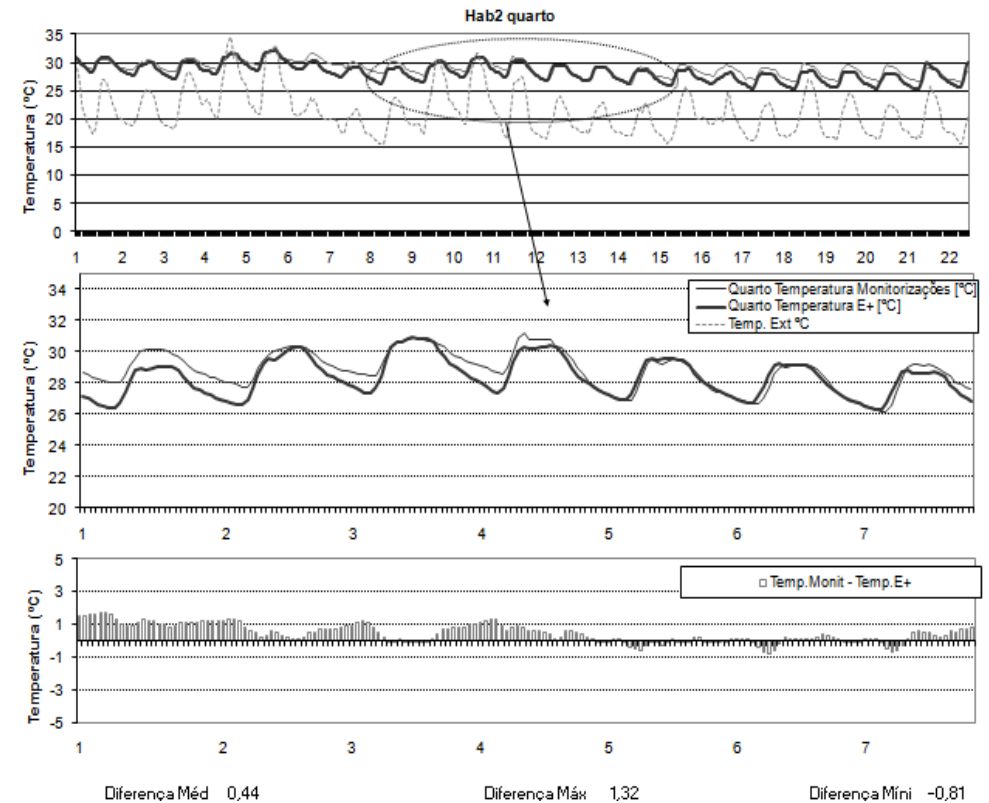
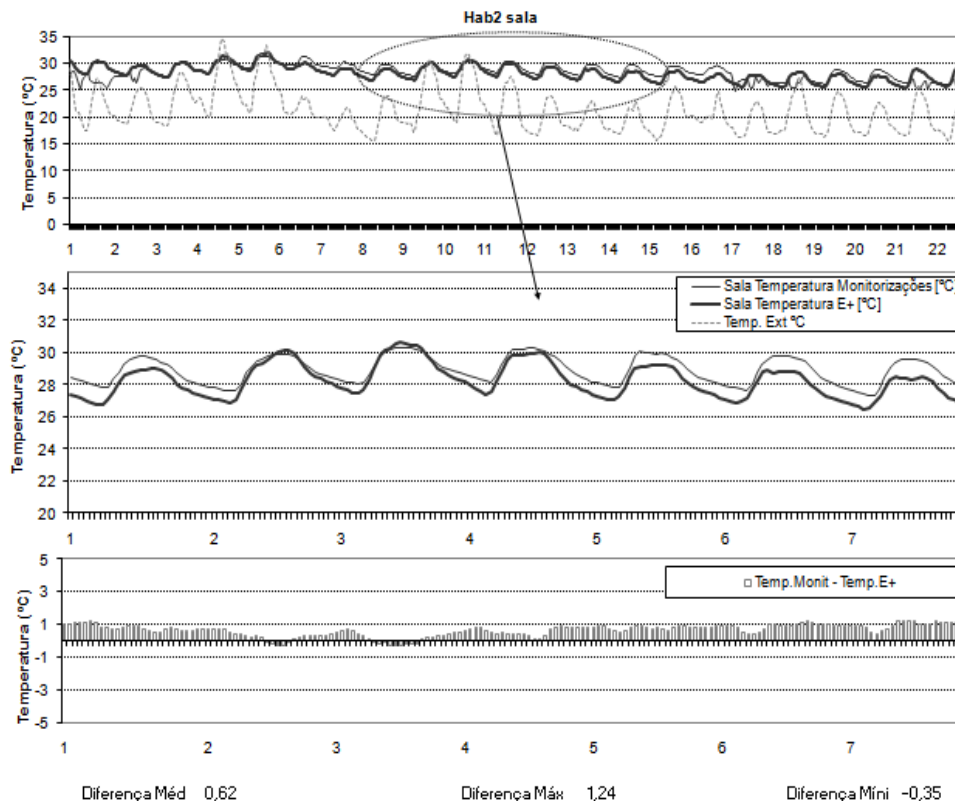
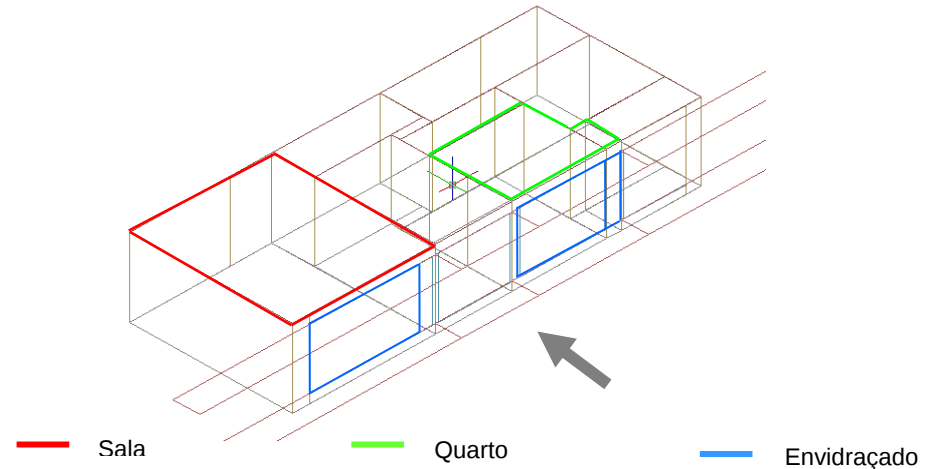
Hab1 Edifício Navitejo (Verão)

	Habitação 1			
	Hab1	Sala	Sala+Hall	Qt
A pav (m²)	161,94	58,65	62,88	12,71
Volume (m³)	404,85	146,63	157,20	31,78
Afach total ext (m²)	106,39	45,42	45,42	6,69
Apavto ext (m²)				
Acobertura ext (m²)				
Aenvdr total (m²)	57,57	33,90	33,90	2,26
	0,54	0,75	0,75	0,34
Aenvdr/ fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 32% N, 95% Sul, 26% E, 05% SE)	(Obs: 95% Sul, 40% E, 97% SO)	(Obs: 34% N)	
Aenvdr/Apav (%)	0,36	0,58	0,54	0,18
Aenvdr/Vol	0,14	0,23	0,22	0,07
Aenvolv/Vol (FF)	0,26	0,31	0,29	0,21



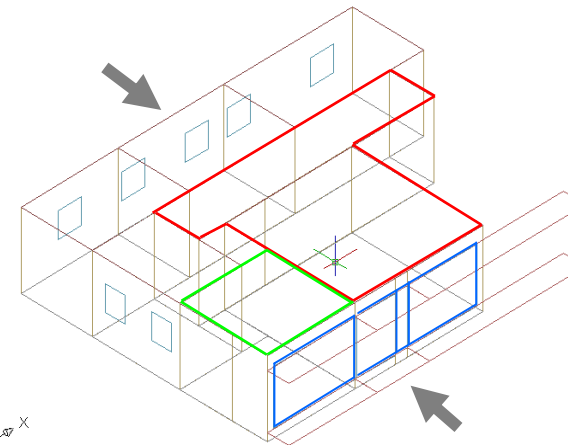
Hab2 Edifício Pertejo (Verão)

	Habitação 2 Corrigido		
	Hab2	Sala	Escrit
A pav (m²)	99.45	35.45	12.03
Volume (m³)	258.57	92.17	31.28
Afach total ext (m²)	41.30	14.30	10.79
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	34.21	12.10	8.30
Aenvidr/ fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	0.83	0.85	0.77
	(Obs: 83% Sul)	(Obs: 85% Sul)	(Obs: 77% Sul)
Aenvidr/Apav (%)	0.34	0.34	0.69
Aenvidr/Vol	0.13	0.13	0.27
Aenvolv/Vol (FF)	0.16	0.16	0.34



Hab4 Edifício Pertejo (Verão)

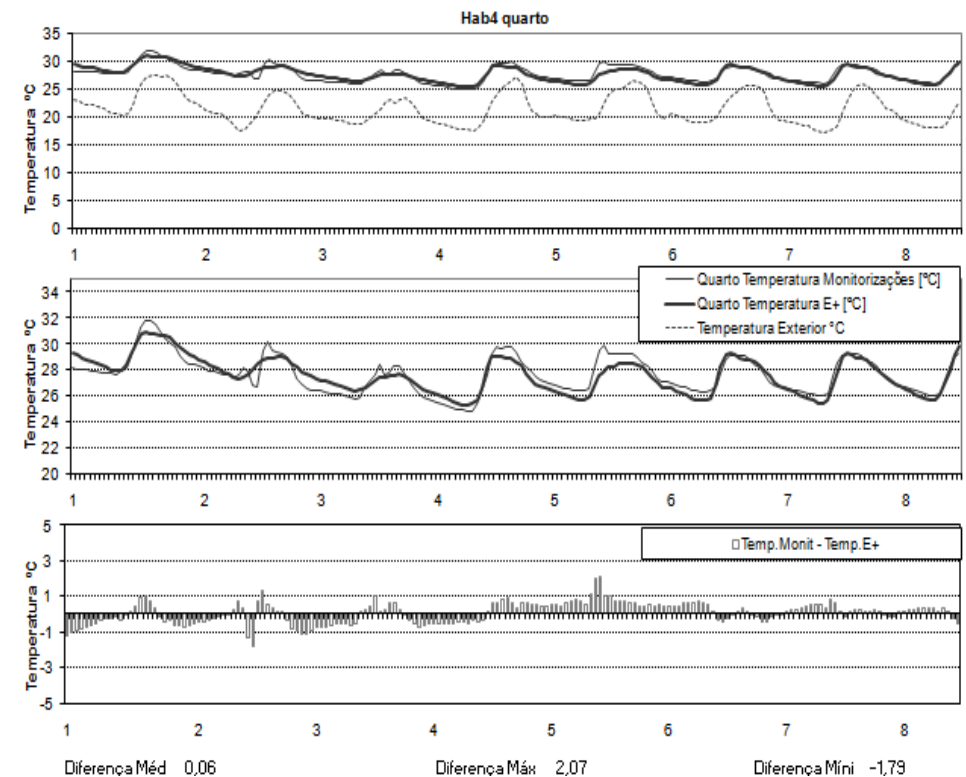
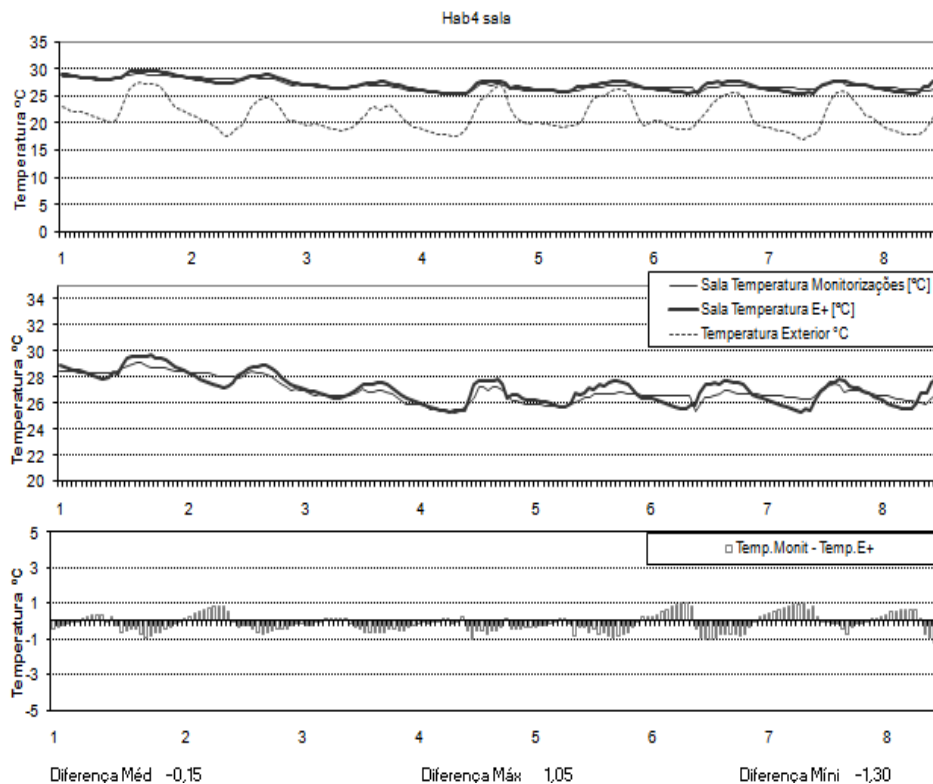
	Habitação 4 Corrigido			
	Hab4	Sala	Sala + Hall	Qt+círcul
A pav (m²)	141.44	41.63	62.52	19.57
Volume (m³)	367.73	108.24	162.55	50.88
Afach total ext (m²)	95.02	15.76	15.76	21.53
Apavto ext (m²)				
Acobertura ext (m²)	141.44	41.63	62.52	19.57
Aenvidr total (m²)	29.47	12.68	12.68	9.58
Aenvidr/ fachada total (%) - % Face	0.31	0.80	0.80	0.45
Exposta envidraçada	(Obs: 85% Sul, 14% N, 6% SO)	(Obs: 80% Sul)	(Obs: 80% Sul)	(Obs: 91% Sul)/ face Oeste ã env
Aenvidr/Apav (%)	0.21	0.30	0.20	0.49
Aenvidr/Vol	0.08	0.12	0.08	0.19
Aenvidr/Vol (FF)	0.64	0.53	0.48	0.81



Sala

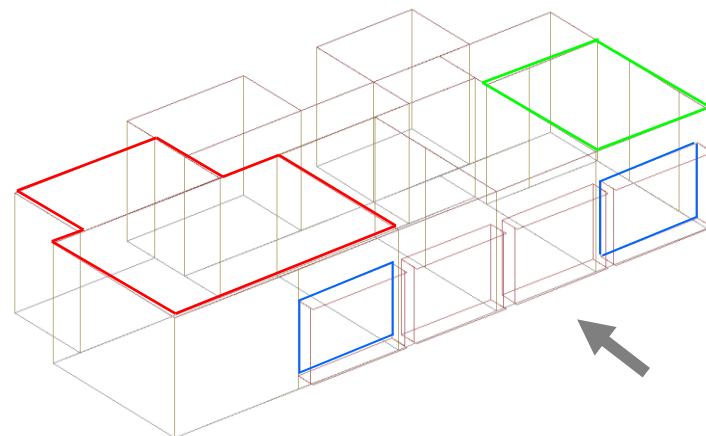
Quarto

Envidraçada



Hab8 Edifício Alcântara-Rio (Verão)

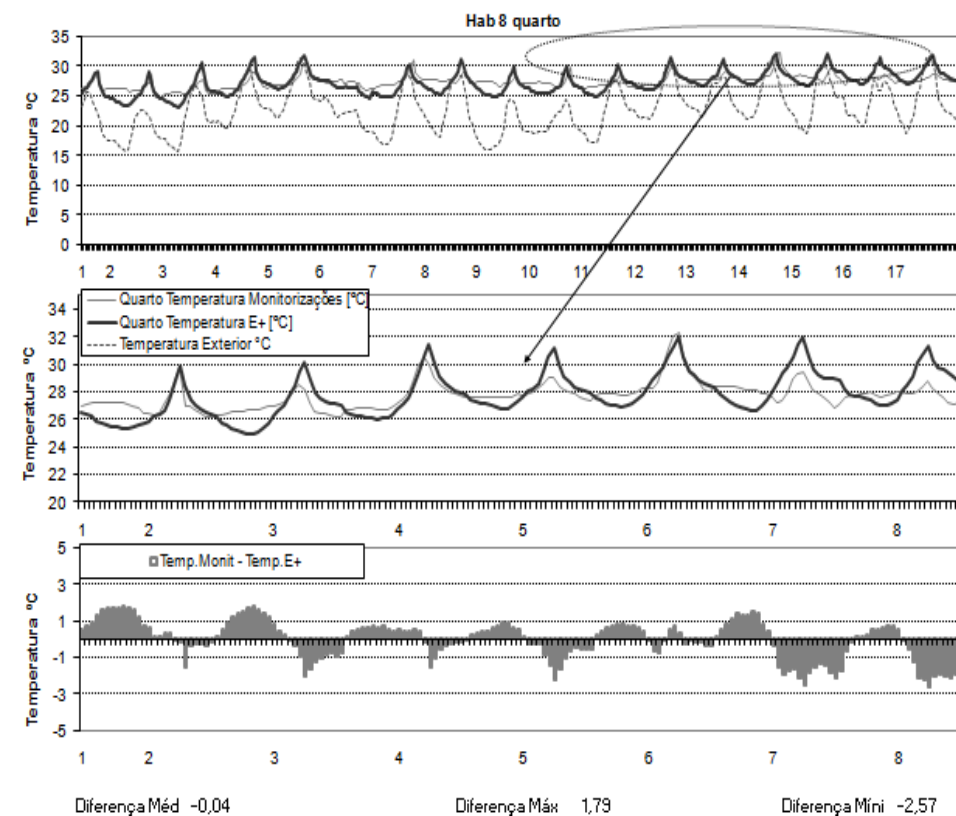
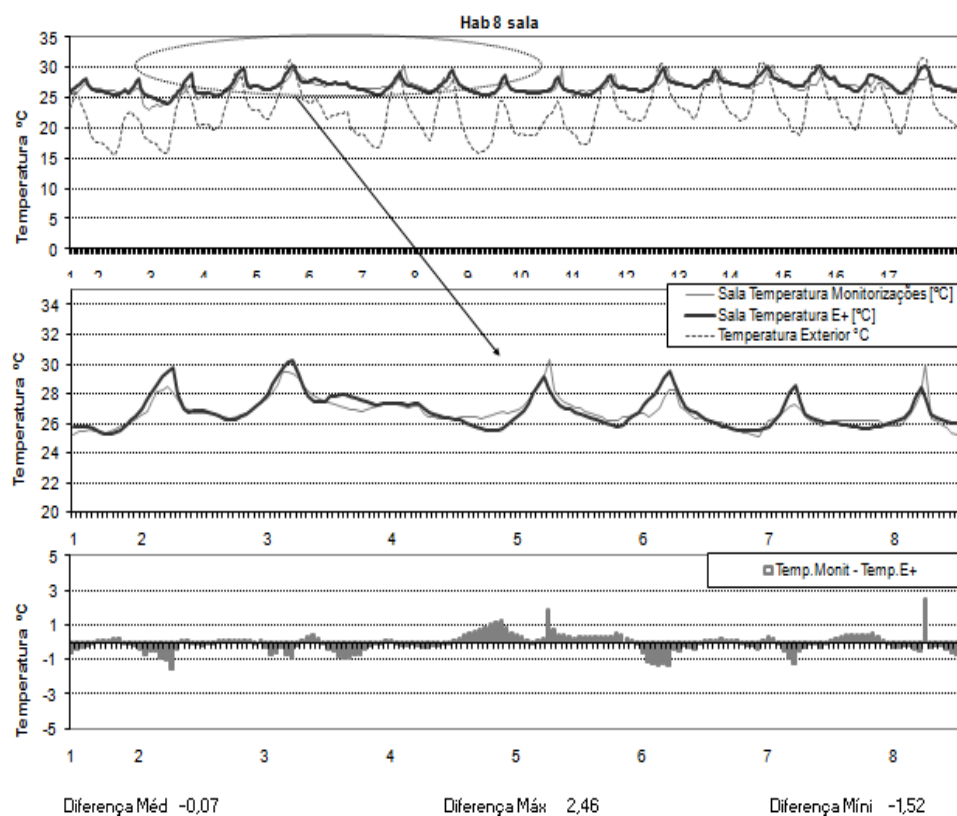
	Habitação 8				
	Hab8	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet
A pav (m²)	106.00	31.09	41.33	12.54	20.14
Volume (m³)	275.59	80.82	107.45	32.60	52.36
Afach total ext (m²)	40.94	17.36	17.36	7.90	7.90
Apavto ext (m²)					
Acobertura ext (m²)	106.00	31.09	41.33	12.54	20.14
Aenvidr total (m²)	25.43	6.25	6.25	6.38	6.38
Aenvidr/ fachada	0.62	0.36	0.36	0.81	0.81
total (%) - % Face	(Obs: 62%)	(Obs: 36%)	(Obs: 36%)	(Obs: 81%)	(Obs: 81%)
Exposta envidraçada	Oeste	Oeste	Oeste	Oeste	Oeste
Aenvidr/Apav (%)	0.24	0.20	0.15	0.51	0.32
Aenvidr/Vol	0.09	0.08	0.06	0.20	0.12
Aenvidr/Vol (FF)	0.53	0.60	0.55	0.63	0.54



Sala

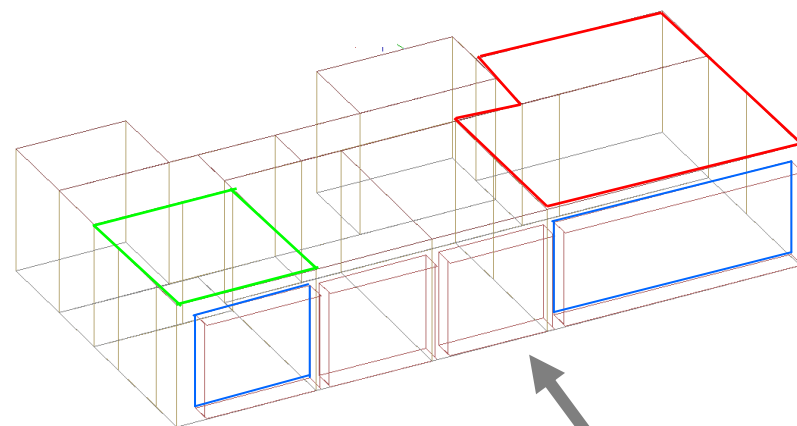
Quarto

Envidraçado



Hab10 Edifício Alcântara-Rio

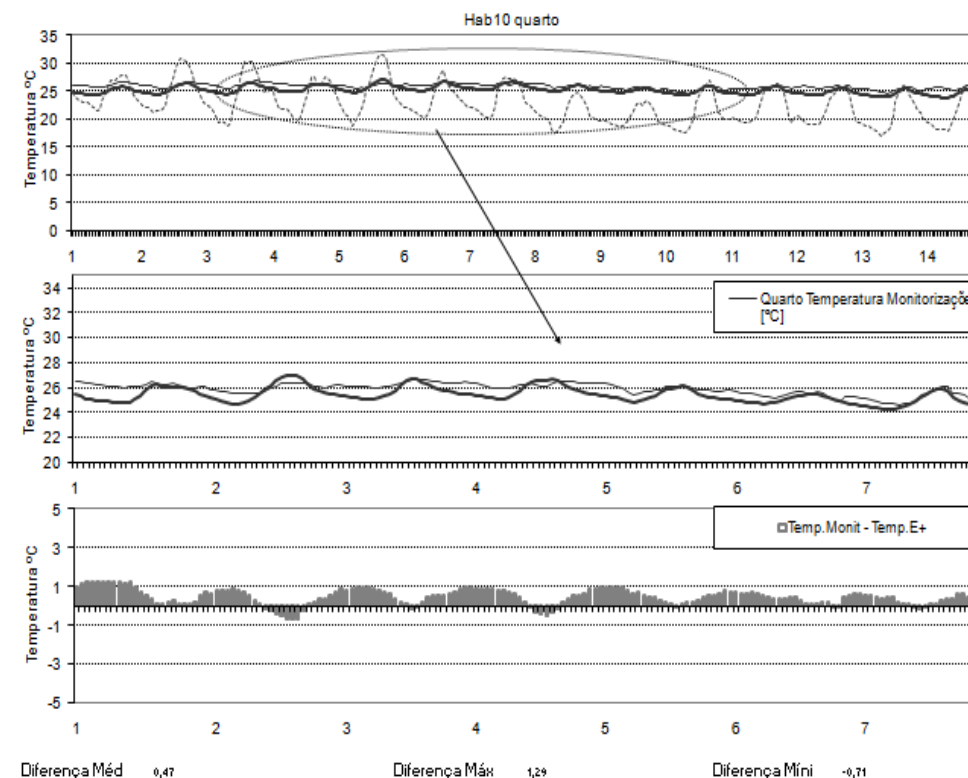
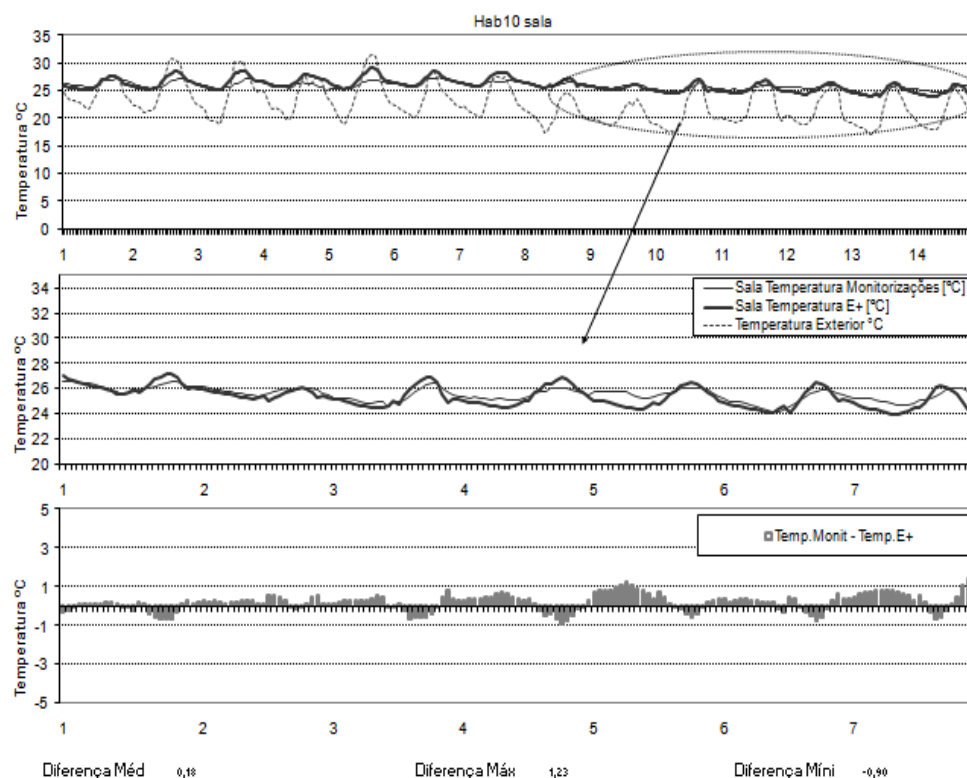
	Habitação 10				
	Hab10	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet
A pav (m²)	105.20	29.61	40.14	12.76	20.55
Volume (m³)	273.51	76.99	104.36	33.18	53.43
Alfach total ext (m²)	55.91	16.47	16.47	15.39	15.39
Apavto ext (m²)					
Acobertura ext (m²)					
Aenvidr total (m²)	32.58	13.40	13.40	6.49	6.49
	0.58	0.81	0.81	0.42	0.42
Aenvidr/ fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)
Aenvidr/Apav (%)	0.31	0.45	0.33	0.51	0.32
Aenvidr/Vol	0.12	0.17	0.13	0.20	0.12
Aenvidr/Vol (FF)	0.20	0.21	0.16	0.46	0.29



Sala

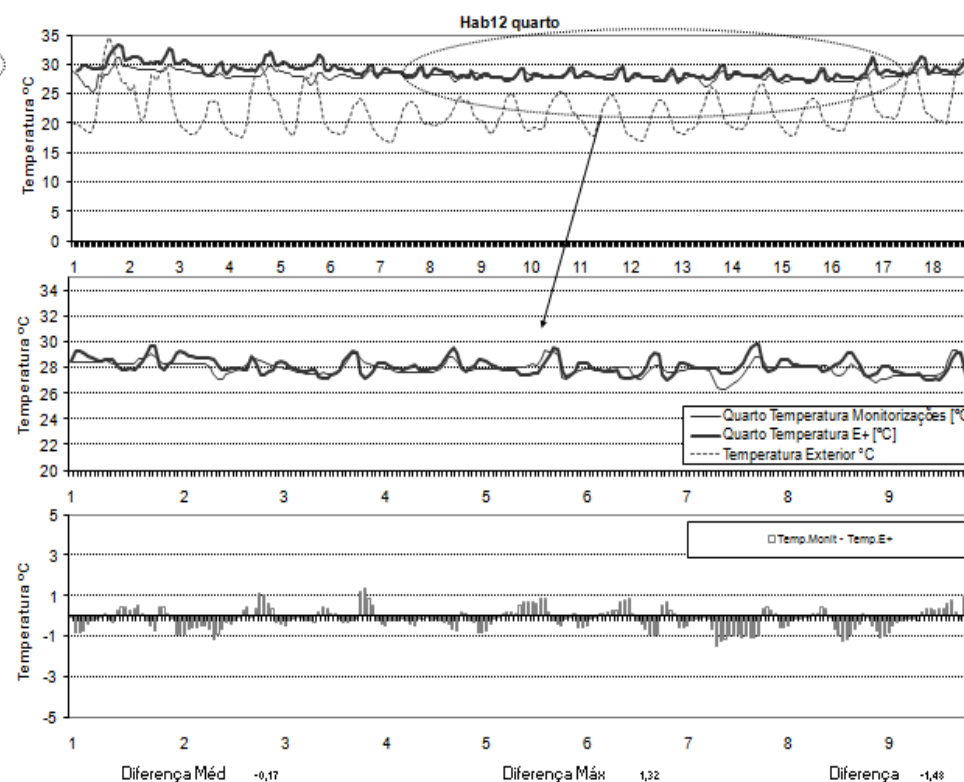
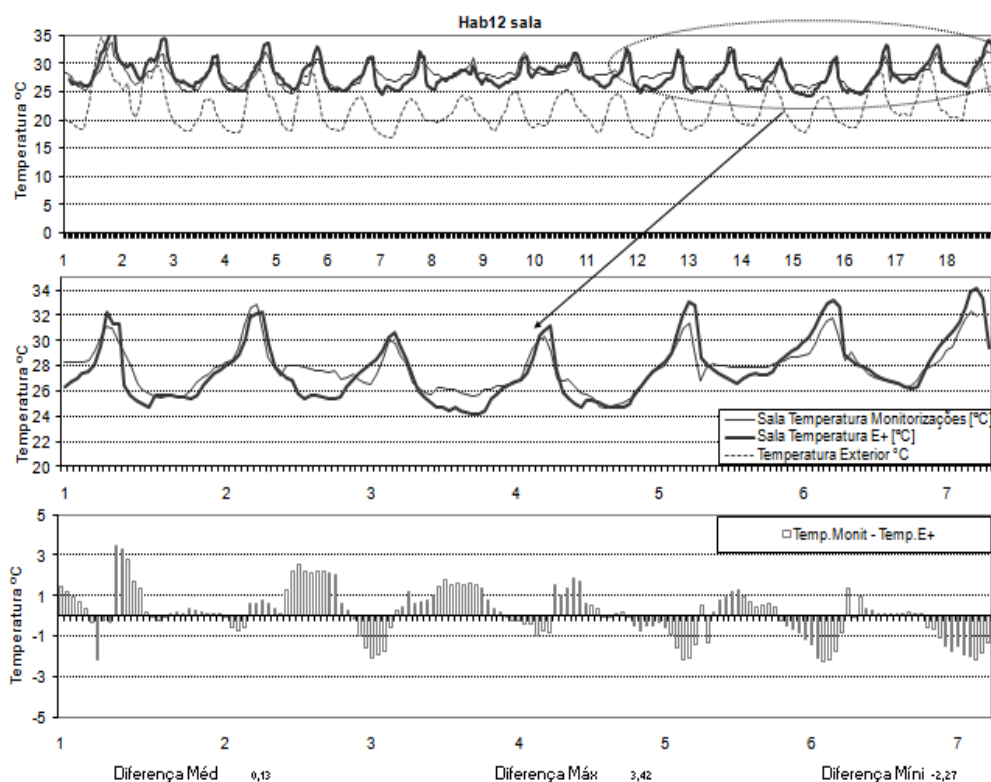
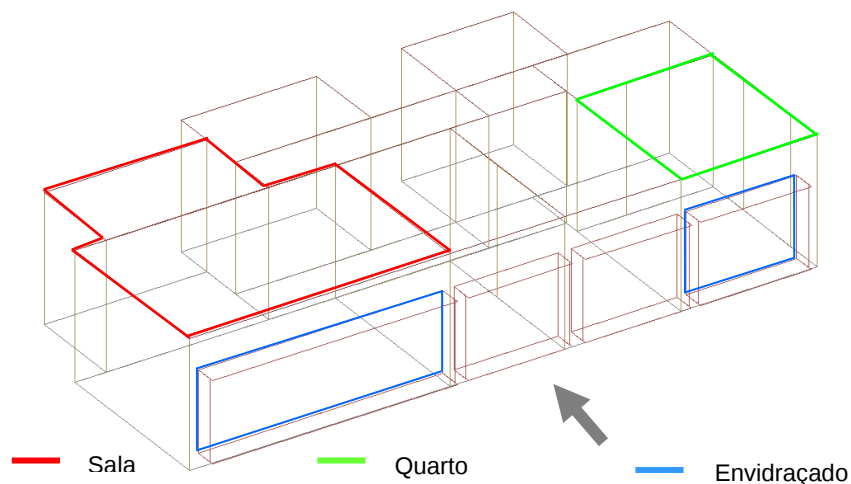
Quarto

Envidraçado



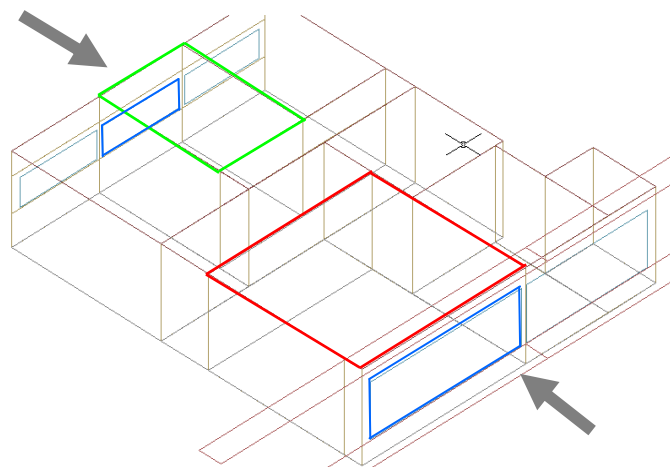
Hab12 Edifício Alcântara-Rio

	Habitação 12				
	Hab12	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet
Apav (m²)	105.59	30.68	40.92	12.54	20.14
Pé Direito Médio (m)	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
Volume (m³)	274.52	79.76	106.38	32.60	52.36
Áfach total ext (m²)	40.94	17.36	17.36	7.90	7.90
Apavto ext (m²)					
Ácobertura ext (m²)	105.59	30.68	40.92	12.54	20.14
Áenvidr total (m²)	33.30	14.12	14.12	6.38	6.38
	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Áenvidr/ fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)
Áenvidr/Apav (%)	0.32	0.46	0.35	0.51	0.32
Áenvidr/Vol	0.12	0.18	0.13	0.20	0.12
Áenvidr/Vol (FF)	0.53	0.60	0.55	0.63	0.54



Hab13 Edifício Jd. São Bartolomeu

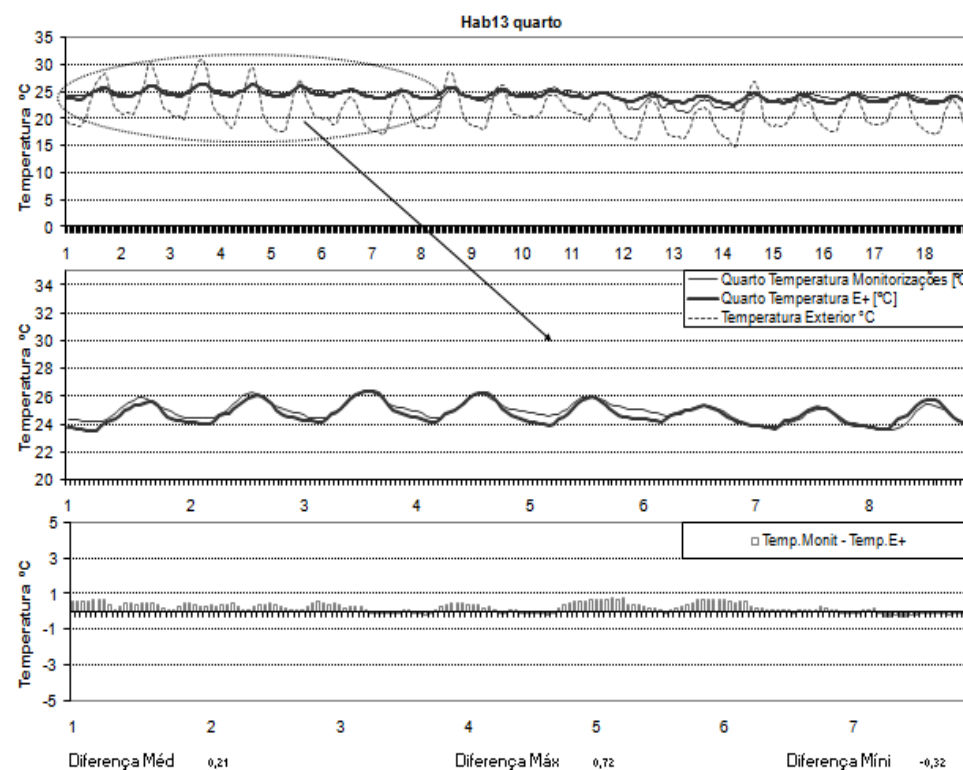
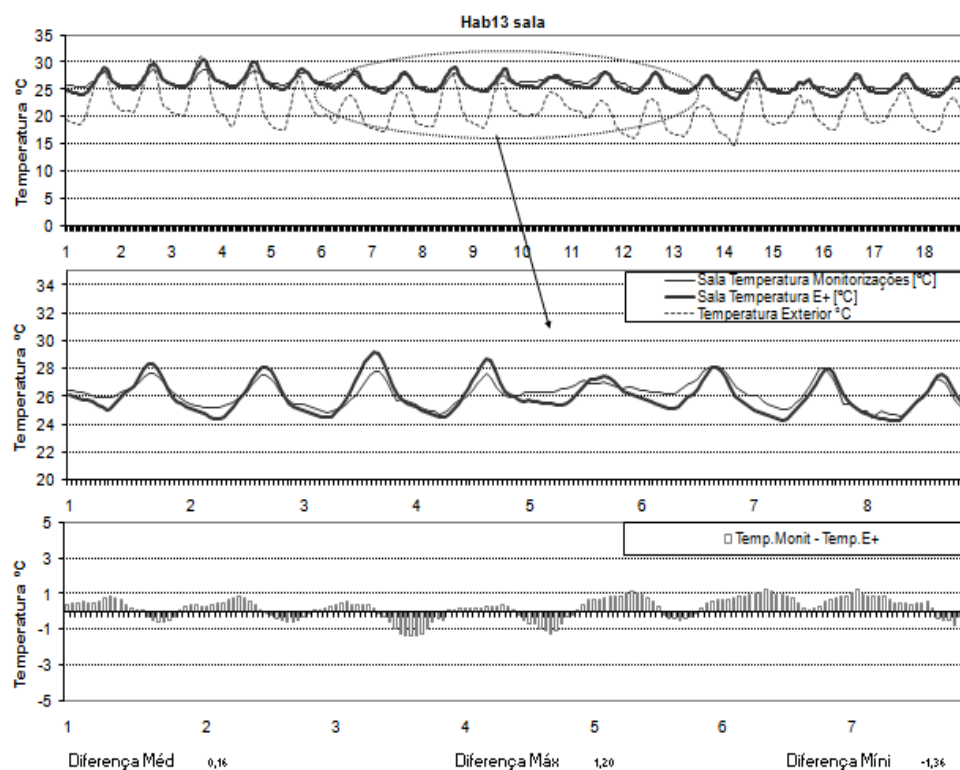
	Habitação 13		
	Hab13	Sala	Qt
A pav (m²)	128.02	35.99	14.26
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	339.24	95.37	37.79
Áfach total ext (m²)	55.65	16.17	8.22
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	28.63	11.10	2.85
	0.51	0.69	0.35
Aenvidr/ fachada total	(Obs: 67%	(Obs: 70%	(Obs: 35%
(%) - % Face Exposta	Sul e 33% a	Sul)	Norte)
envidraçada	Norte)		
Aenvidr/Apav (%)	0.22	0.31	0.20
Aenvidr/Vol	0.08	0.12	0.08
Aenvolv/Vol (FF)	0.16	0.17	0.22



Sala

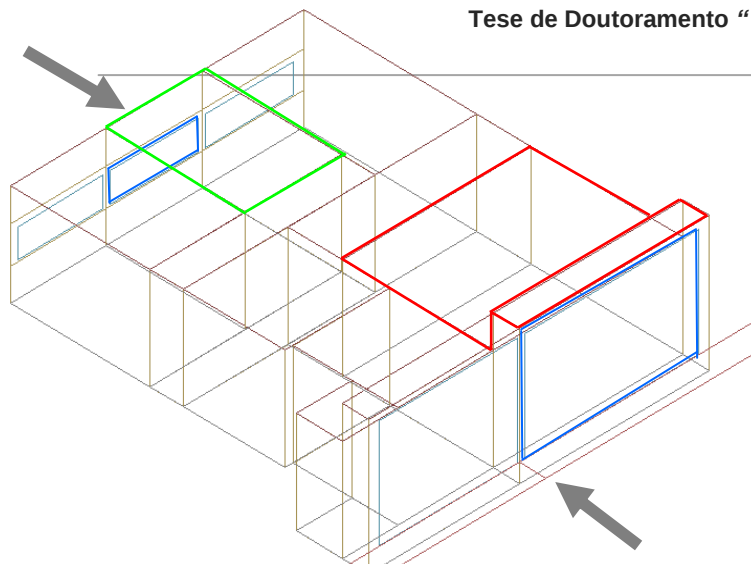
Quarto

Envidraçado

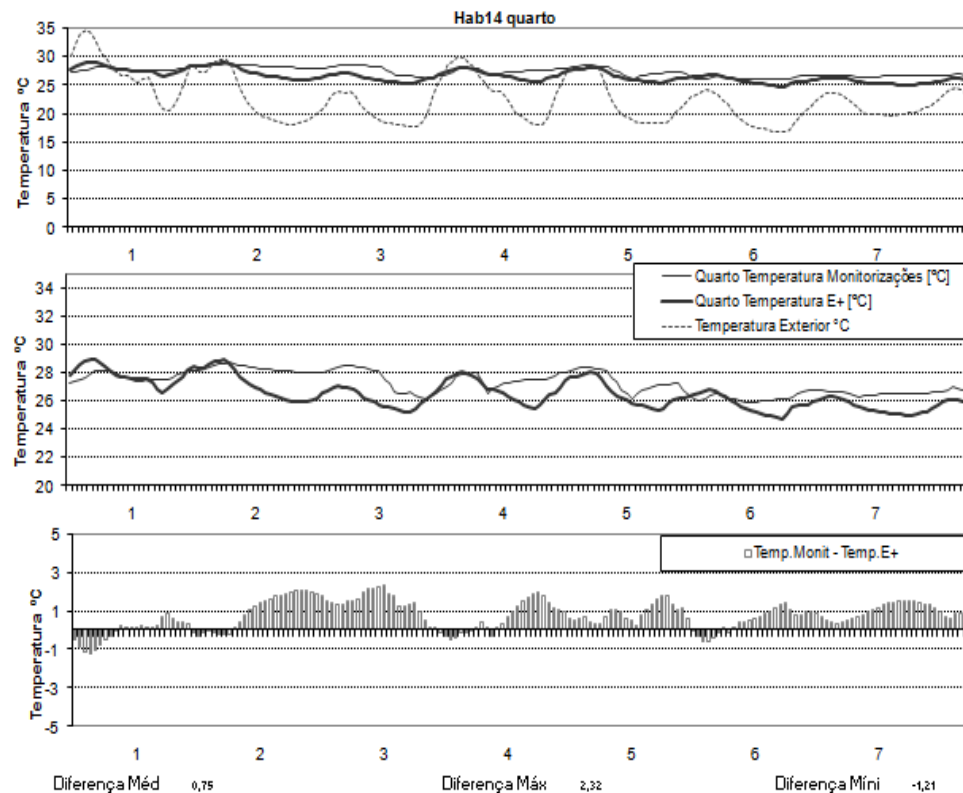
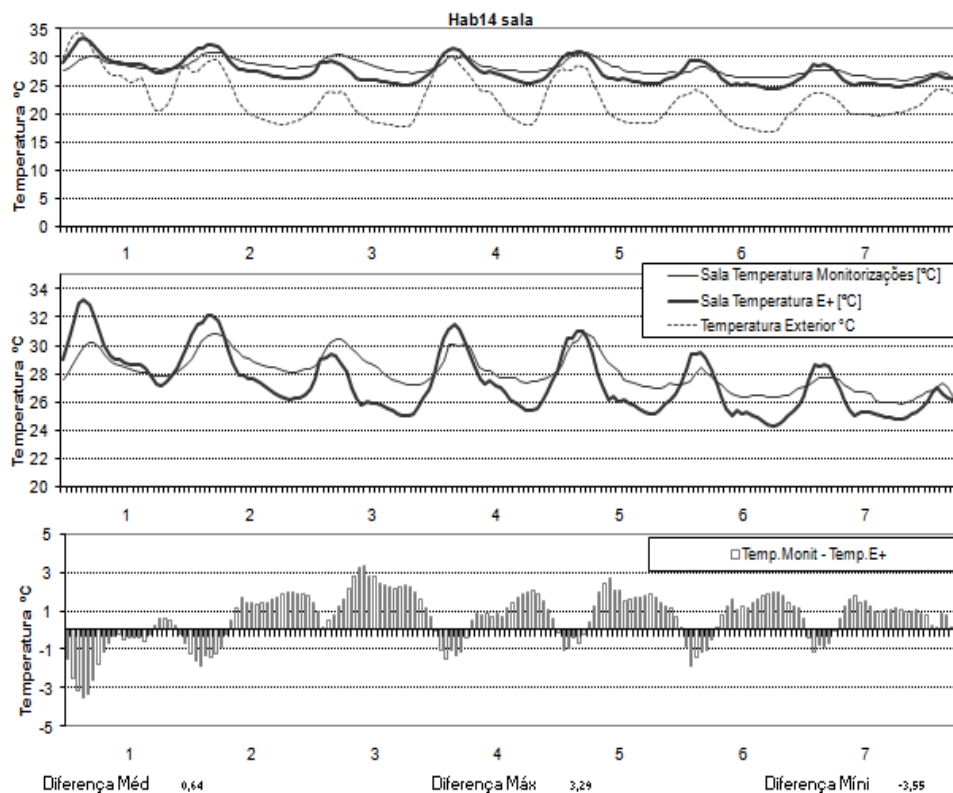


Hab14 Edifício Jd. São Bartolomeu

	Habitação 14		
	Hab14	Sala	Qt
A pav (m²)	128.02	35.99	14.26
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	351.44	101.96	37.79
Afach total ext (m²)	70.91	24.40	8.22
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	139.32	42.09	17.36
Aenvidr total (m²)	47.53	21.60	2.85
Aenvidr/ fachada total	0.67	0.89	0.35
(%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 86% Sul e 33% a Norte)	(Obs: 90% Sul)	(Obs: 35% Norte)
Aenvidr/Apav (%)	0.37	0.60	0.20
Aenvidr/Vol	0.14	0.21	0.08
Aenvolv/Vol (FF)	0.60	0.65	0.68

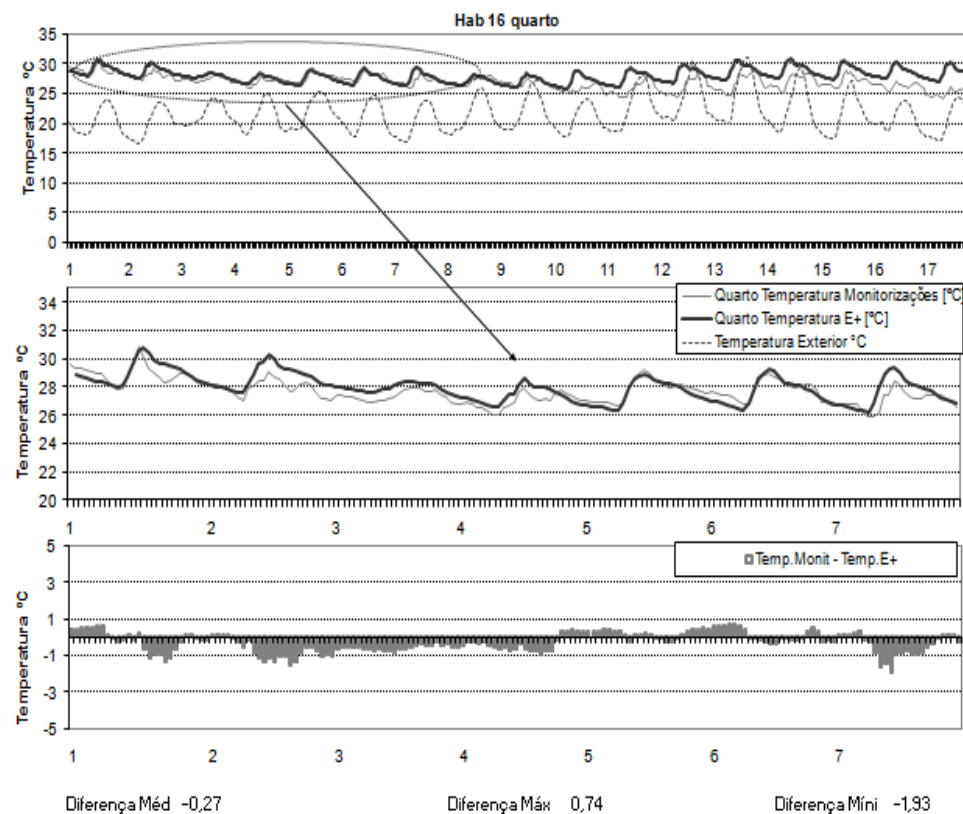
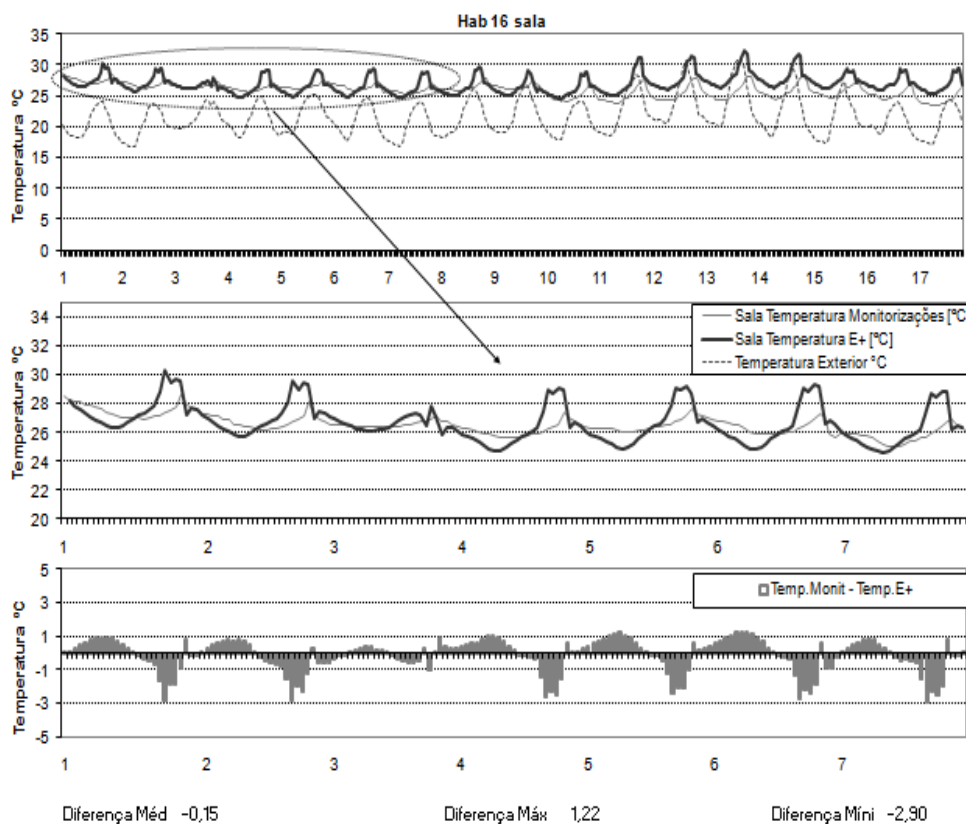
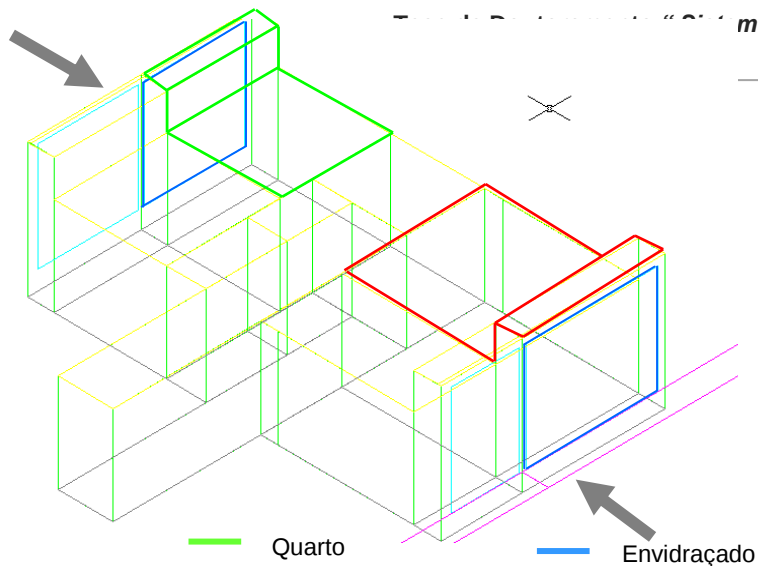


— Sala — Quarto — Envidraçado

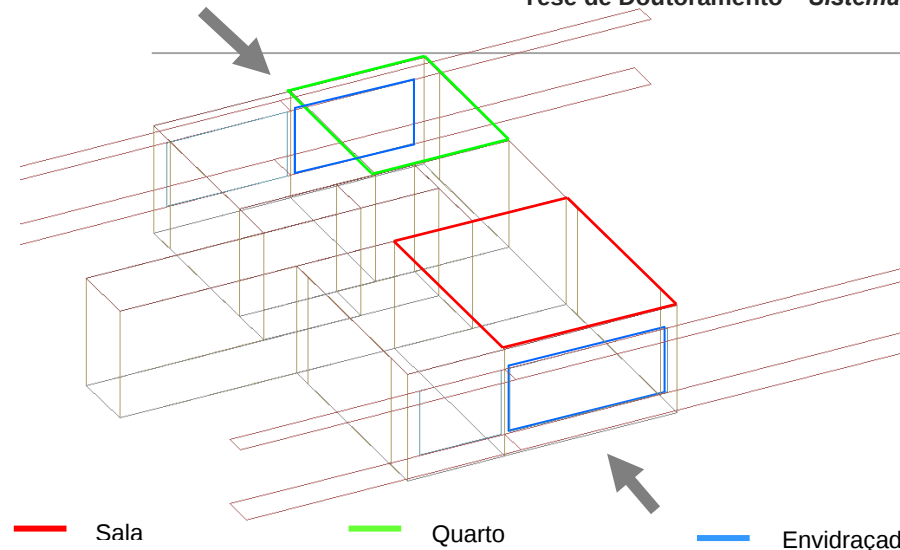


Hab16 Edifício Jd. São Bartolomeu

	Habitação 16		
	Hab16	Sala	Qt
A pav (m²)	104.77	27.14	15.75
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	292.76	76.89	45.52
Áfach total ext (m²)	56.00	18.40	14.00
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	118.77	31.74	19.25
Aenvidr total (m²)	48.06	16.02	12.24
	0.86	0.87	0.87
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 84% Oeste e 87% a Este)	(Obs: 87% Oeste)	(Obs: 87% Este)
envidraçada			
Aenvidr/Apav (%)	0.46	0.59	0.78
Aenvidr/Vol	0.16	0.21	0.27
Aenvolv/Vol (FF)	0.60	0.65	0.73



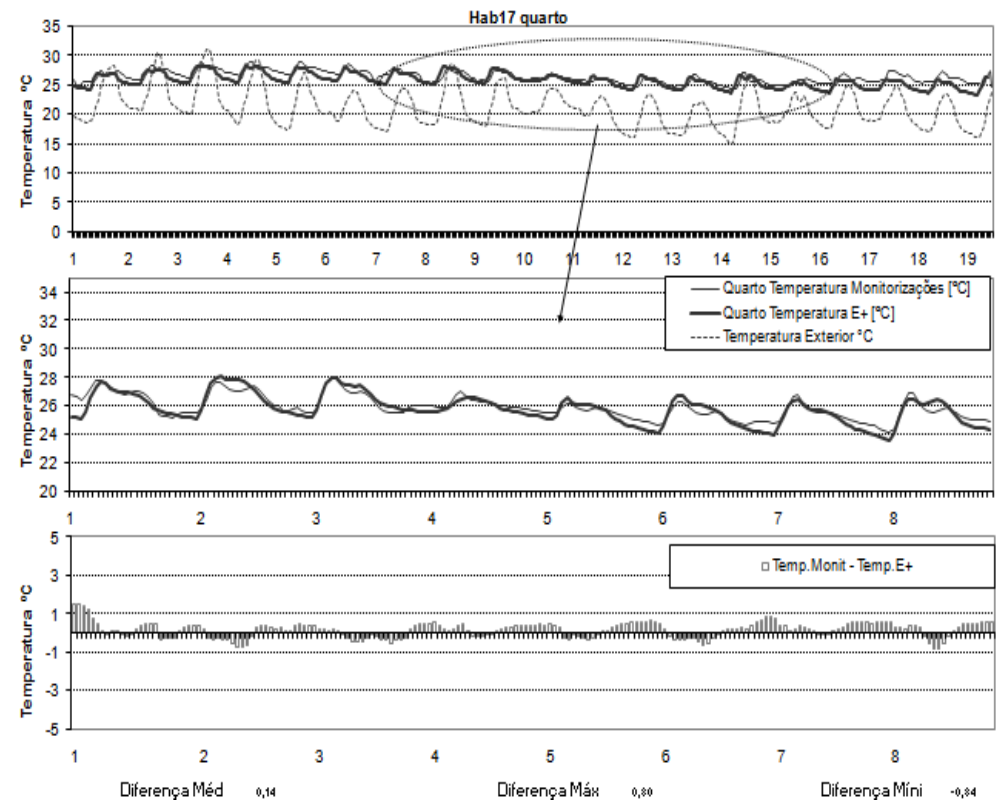
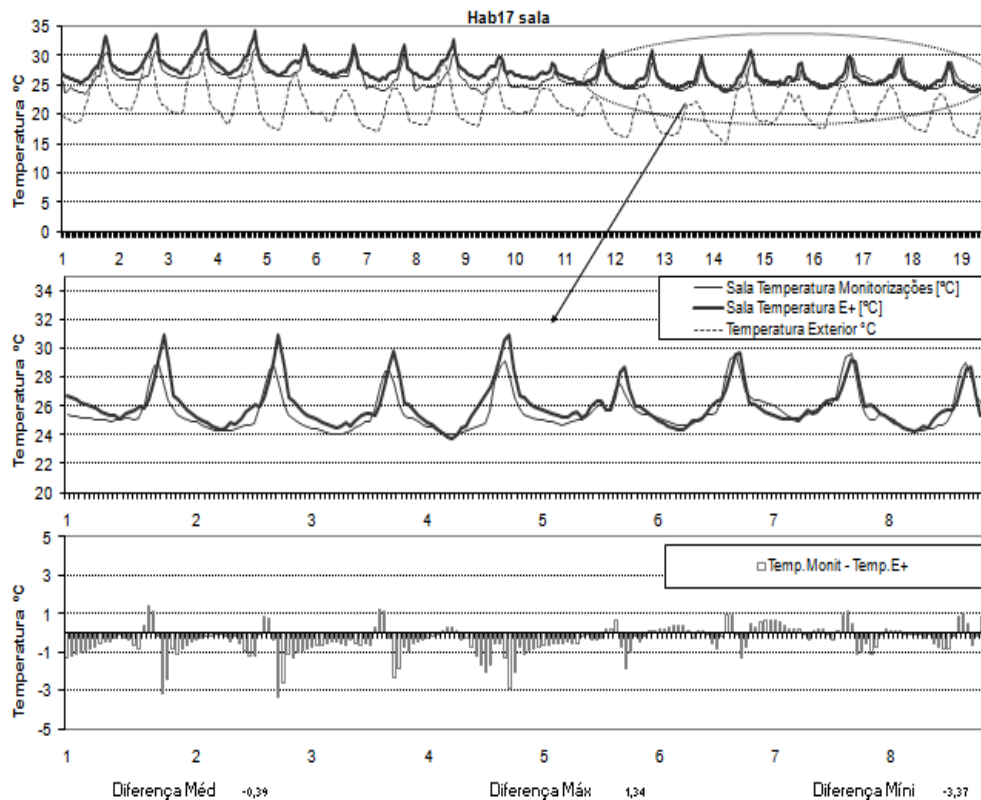
Habitação 17			
	Hab17	Sala	Qt
A pav (m²)	104.77	27.14	15.75
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	277.64	71.92	41.74
Atach total ext (m²)	37.10	12.19	9.28
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	24.70	8.23	6.29
Aenvidr/ fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 65% Oeste e 67% a Este)	(Obs: 68% Oeste)	(Obs: 68% Este)
Aenvidr/Apav (%)	0.24	0.30	0.40
Aenvidr/Vol	0.09	0.11	0.15
Aenvolv/Vol (FF)	0.13	0.17	0.22



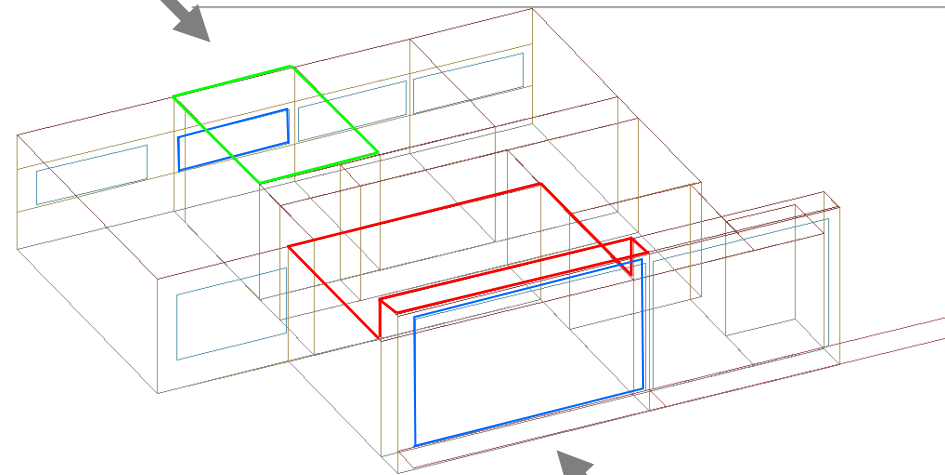
Sala

Quarto

Envidraçado



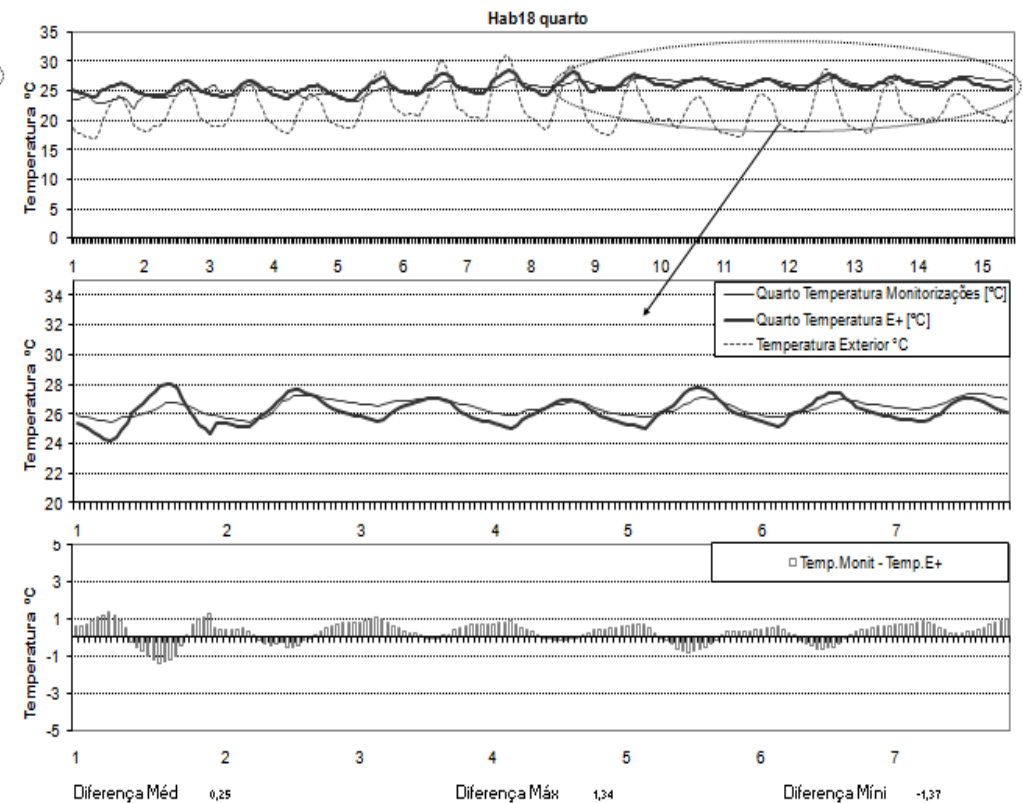
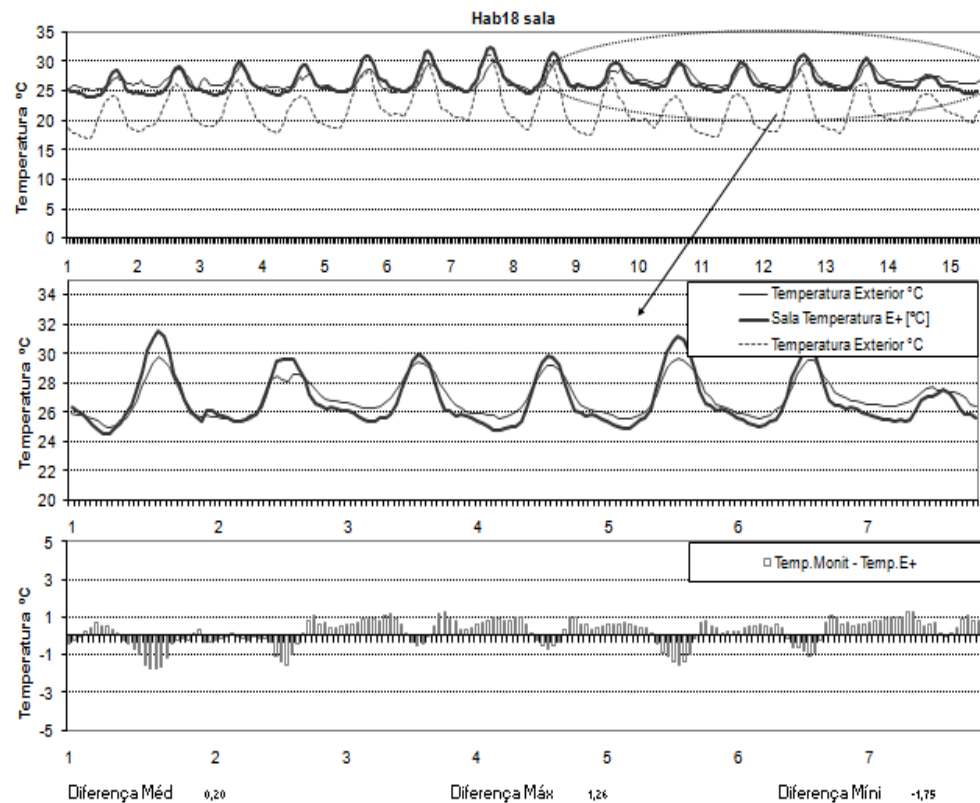
	Habitação 18		
	Hab18	Sala	Qt
A pav (m²)	144.72	38.43	14.26
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	358.13	108.64	37.79
Áfach total ext (m²)	126.16	41.37	8.22
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	156.22	44.73	17.36
Aenvidr total (m²)	57.01	22.68	2.85
	0.45	0.55	0.35
Aenvidr/fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 84% Sul e 32% a Norte)	(Obs: 90% Sul)	(Obs: 35% Norte)
Aenvidr/Apav (%)	0.39	0.59	0.20
Aenvidr/Vol	0.16	0.21	0.08
Aenvolv/Vol (FF)	0.79	0.79	0.68



Sala

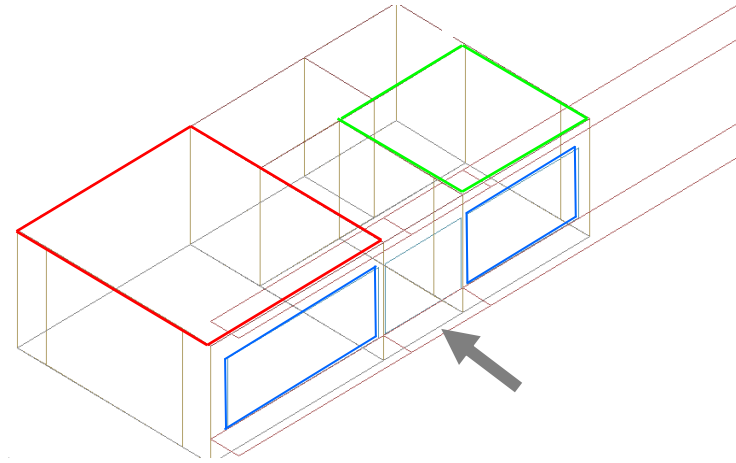
Quarto

Envidraçado

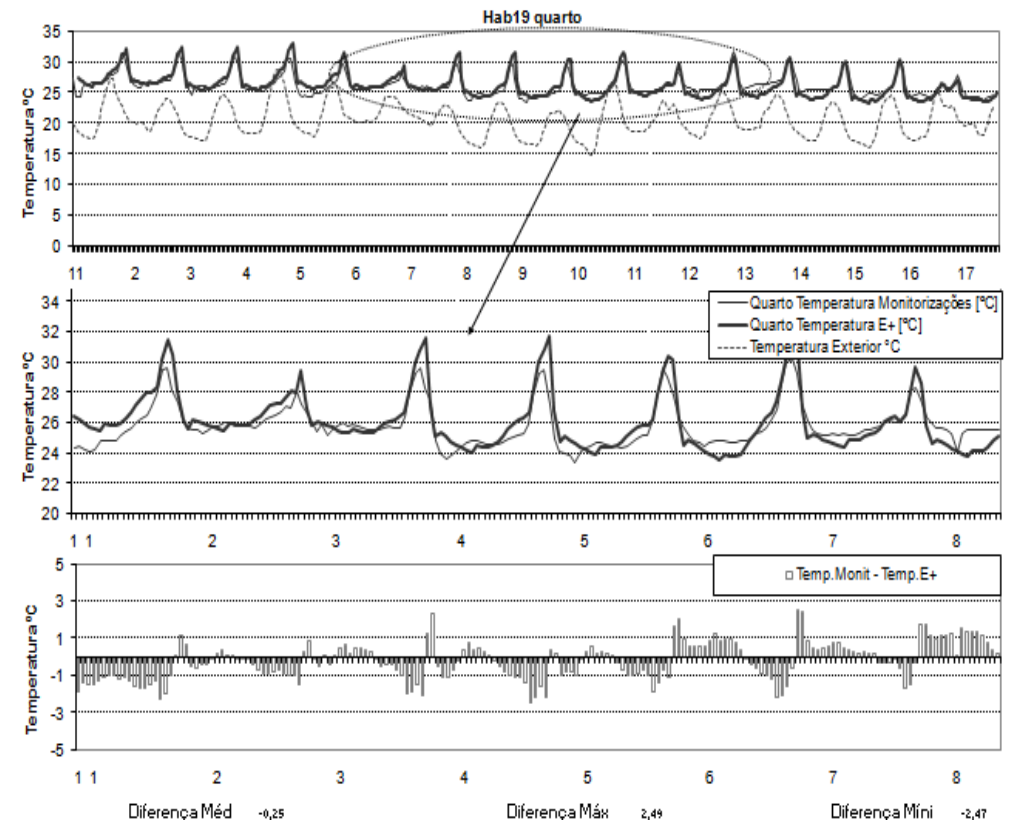
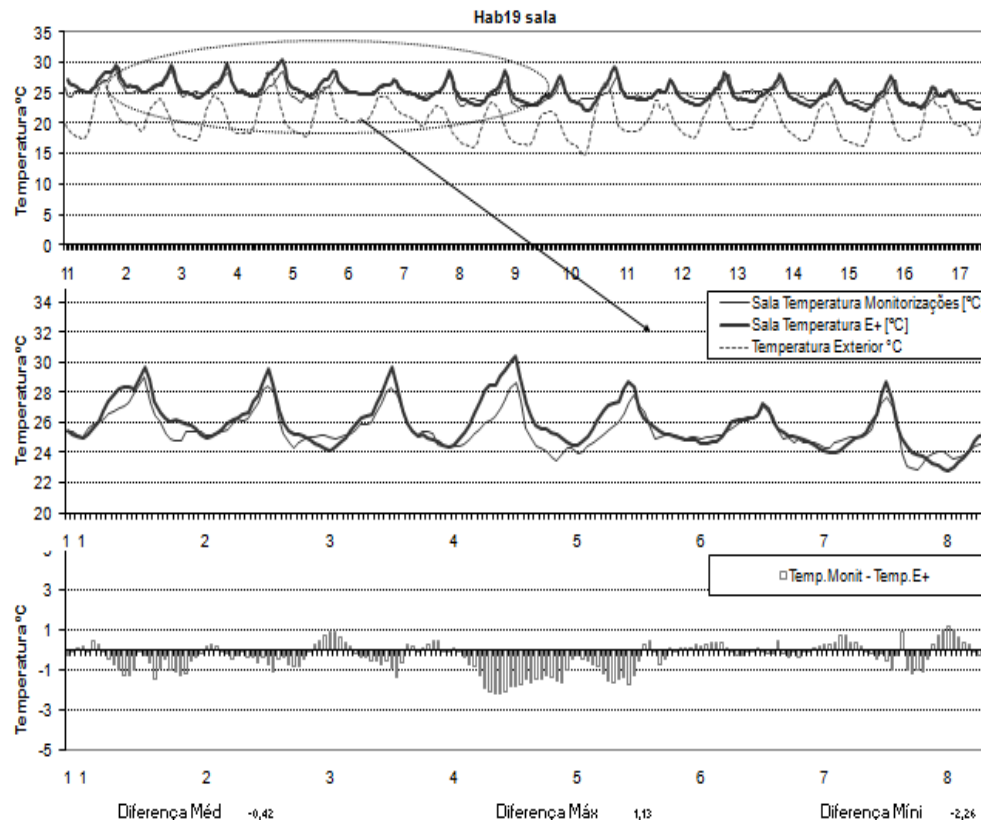


Hab19 Edifício Jd. São Bartolomeu

	Habitação 19		
	Hab19	Sala	Qt
A pav (m²)	63.65	27.65	13.32
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	168.66	73.26	35.30
Afach total ext (m²)	44.12	27.96	9.54
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	19.70	8.79	6.48
	0.45	0.31	0.68
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 68%	(Obs: 68%	(Obs: 68%
envidraçada	Oeste)	Oeste)	Oeste)
Aenvidr/Apav (%)	0.31	0.32	0.49
Aenvidr/Vol	0.12	0.12	0.18
Aenvolv/Vol (FF)	0.26	0.38	0.27

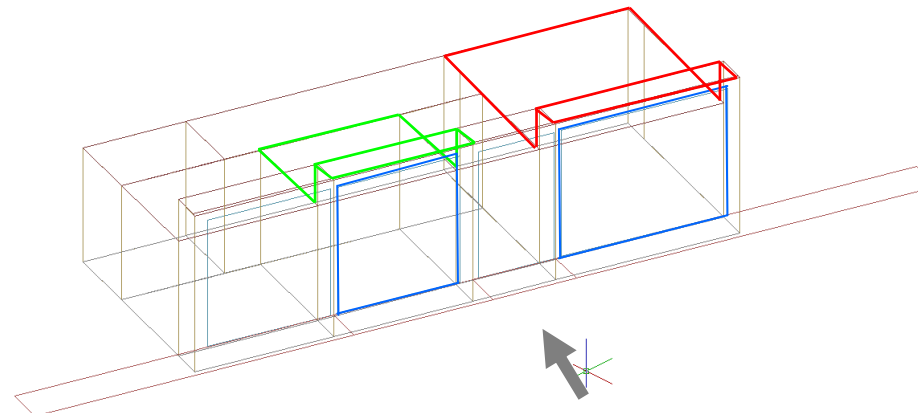


Sala Quarto Envidraçado



Hab21 Edifício Jd. São Bartolomeu

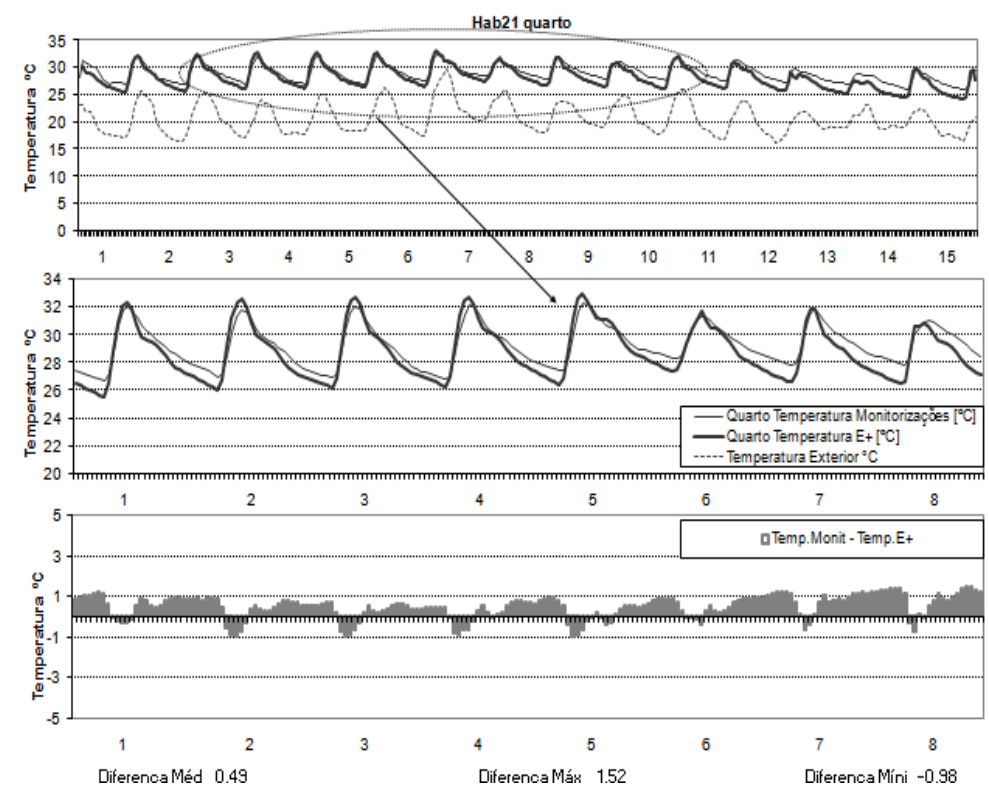
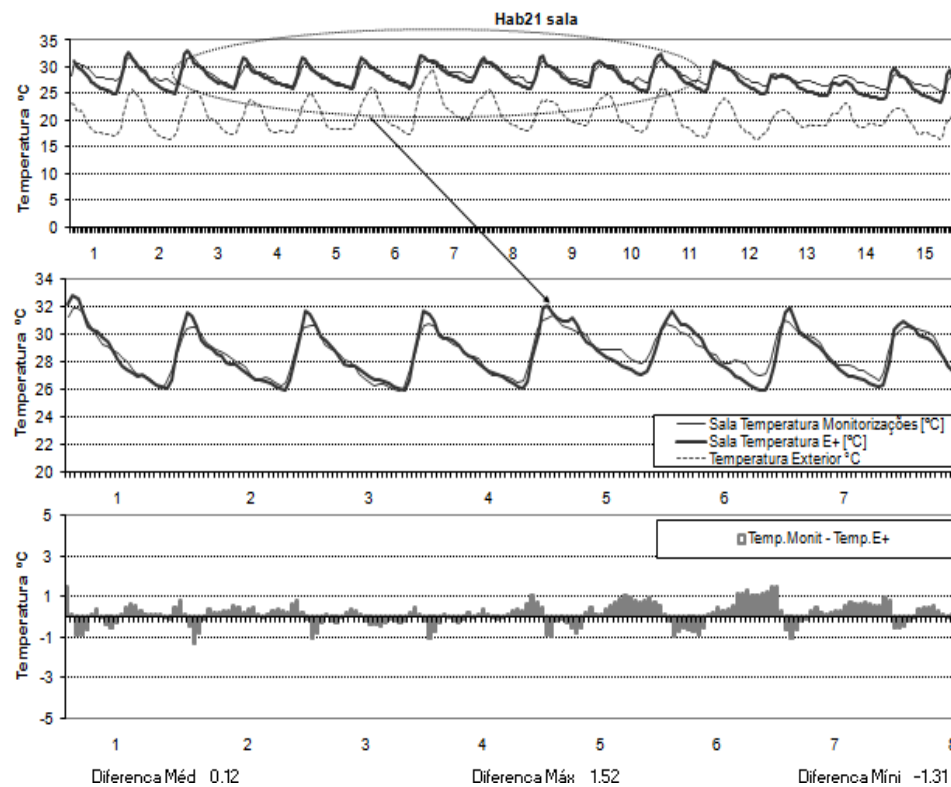
	Habitação 21		
	Hab21	Sala	Qt
A pav (m ²)	79.87	26.79	13.30
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m ³)	226.78	76.07	39.03
Áfach total ext (m ²)	56.00	18.80	14.00
Apavto ext (m ²)			
Ácobertura ext (m ²)	93.87	31.49	16.80
Áenvidr total (m ²)	48.60	16.56	12.24
Áenvidr/ fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	0.87	0.88	0.87
	(Obs: 87% Este)	(Obs: 88% Este)	(Obs: 87% Este)
Áenvidr/Ápav (%)	0.61	0.62	0.92
Áenvidr/Vol	0.21	0.22	0.31
Áenvidr/Vol (FF)	0.66	0.66	0.79



Sala

Quarto

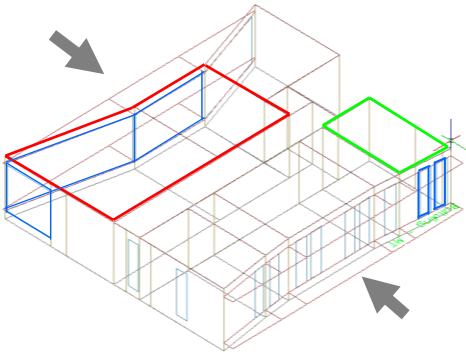
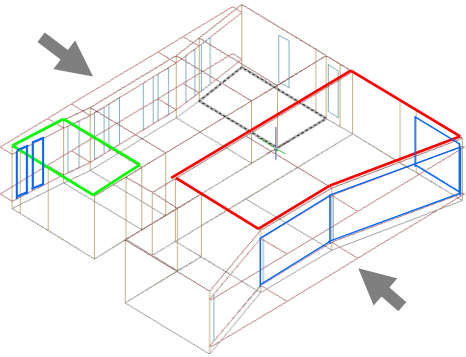
Envidraçado



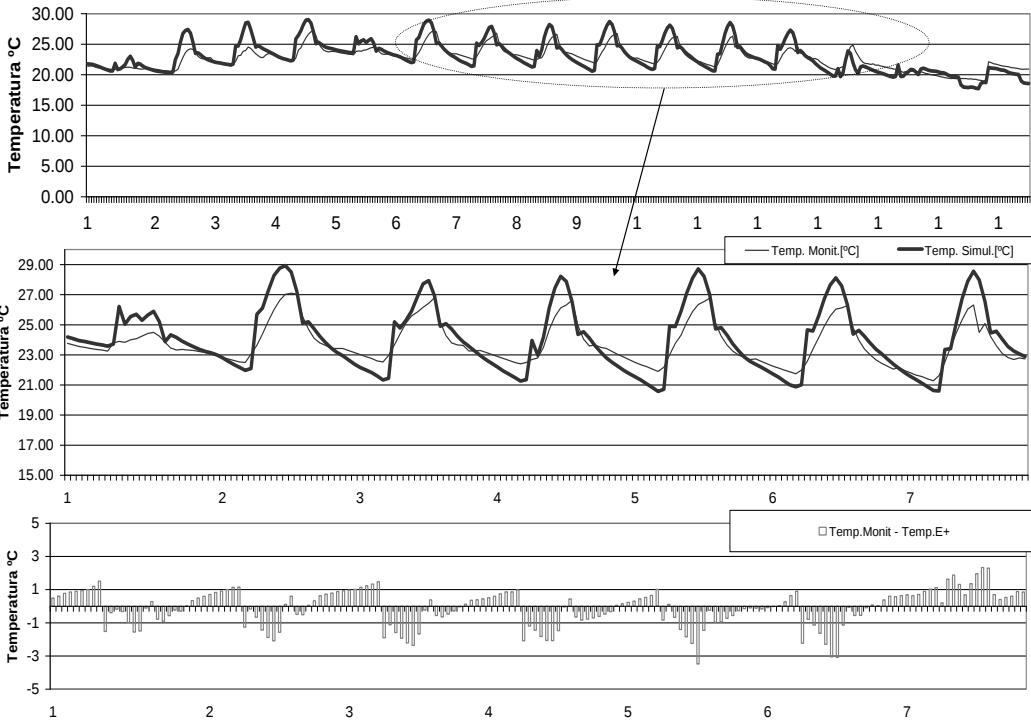
3.1.3b Calibração-1 Inverno

Hab1 Edifício Navitejo

	Habitação 1			
	Hab1	Sala	Sala+Hall	Qt
Apav (m²)	161,94	58,65	62,88	12,71
Volume (m³)	404,85	146,63	157,20	31,78
Afach total ext (m²)	106,39	45,42	45,42	6,69
Apavto ext (m²)				
Acobertura ext (m²)				
Aenvidr total (m²)	57,57	33,90	33,90	2,26
	0,54	0,75	0,75	0,34
Aenvidr/ fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 32% N, 95% Sul , 26% E, 0% SE)	(Obs: 95% Sul , 40% E, 97% SO)	(Obs: 34% N)	
Aenvidr/Apav (%)	0,36	0,58	0,54	0,18
Aenvidr/Vol	0,14	0,23	0,22	0,07
Aenvolv/Vol (FF)	0,26	0,31	0,29	0,21

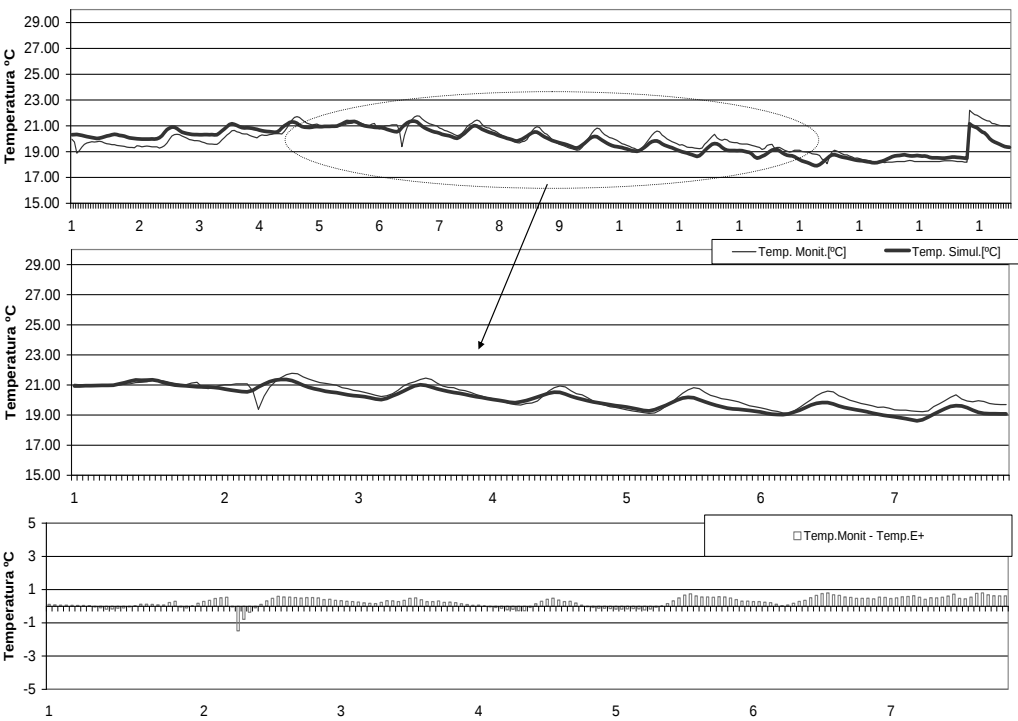


Hab1 sala- Inverno 2007-2008



Diferença Média: -0.35 Diferença Máx: 1.51 Diferença Mín: -3.48

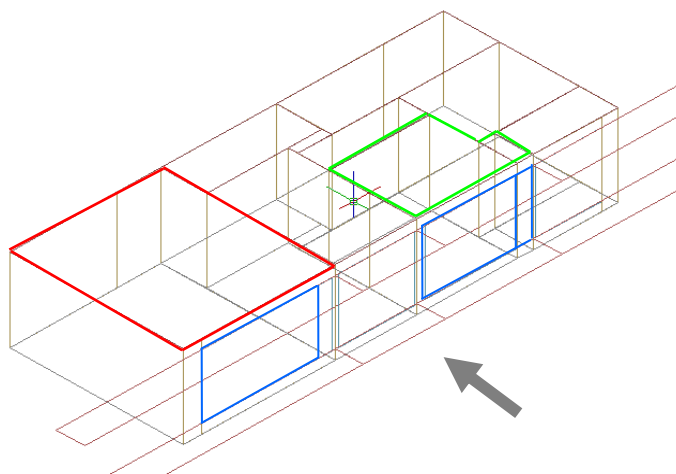
Hab1 quarto- Inverno 2007-2008



Diferença Média: 0.25 Diferença Máx: 0.80 Diferença Mín: -1.49

Hab2 Edifício Pertejo - Inverno

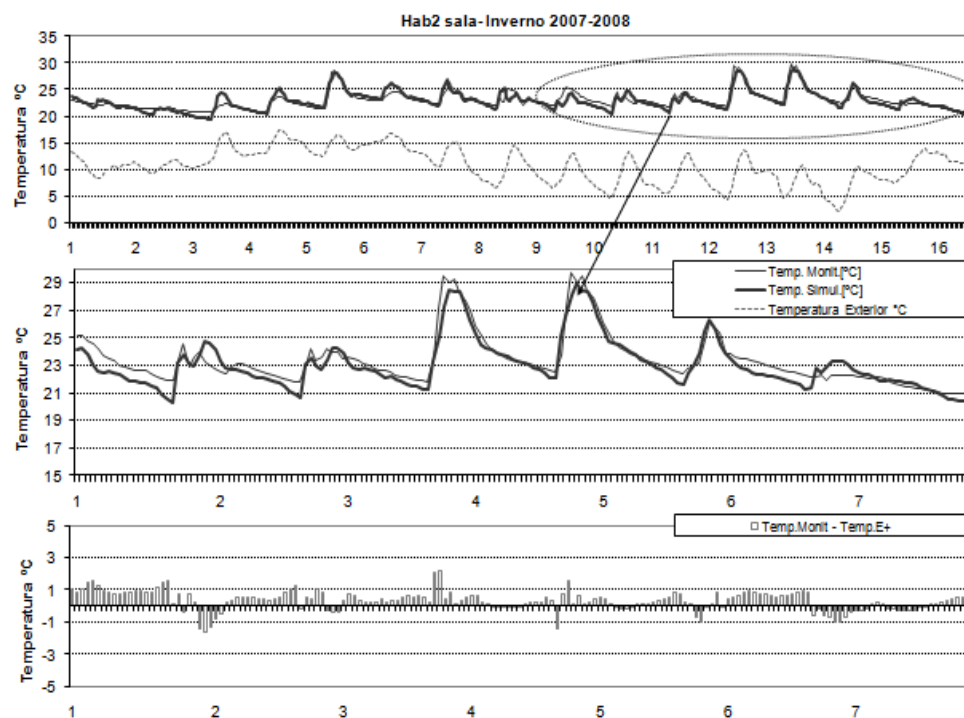
	Habitação 2 Corrigido		
	Hab2	Sala	Escrit
A pav (m²)	99.45	35.45	12.03
Volume (m³)	258.57	92.17	31.28
Afach total ext (m²)	41.30	14.30	10.79
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	34.21	12.10	8.30
	0.83	0.85	0.77
Aenvidr/ fachada total (%) - % Face	(Obs: 83% Sul)	(Obs: 85% Sul)	(Obs: 77% Sul)
Exposta envidraçada			
Aenvidr/Apav (%)	0.34	0.34	0.69
Aenvidr/Vol	0.13	0.13	0.27
Aenvidr/Vol (FF)	0.16	0.16	0.34



Sala

Quarto

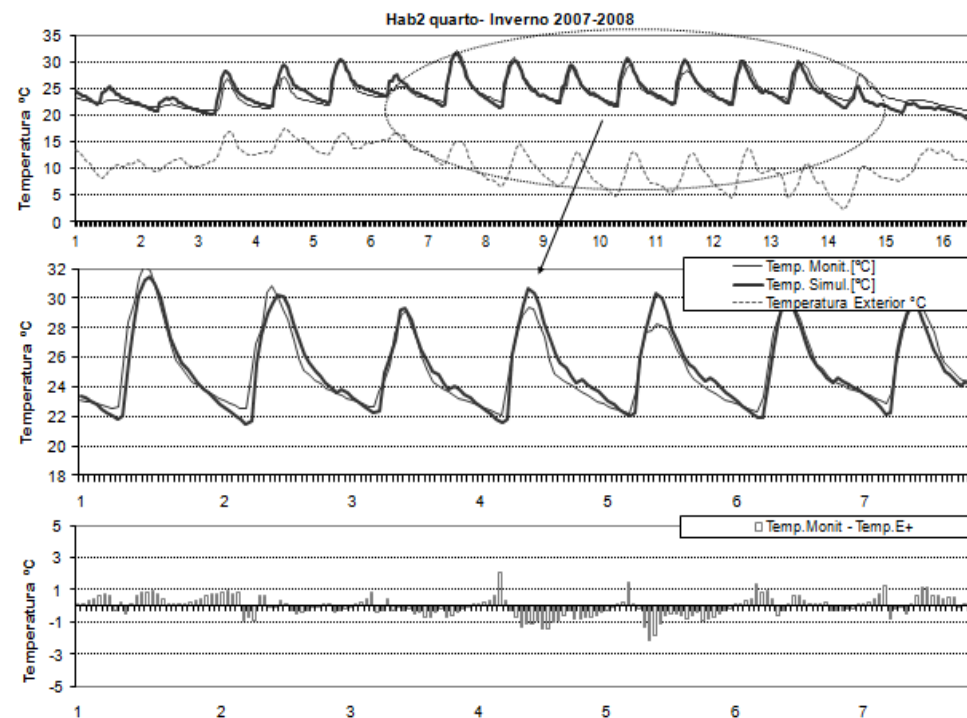
Envidraçado



Diferença Méd 0.32

Diferença Máx 2.21

Diferença Mini -1.58



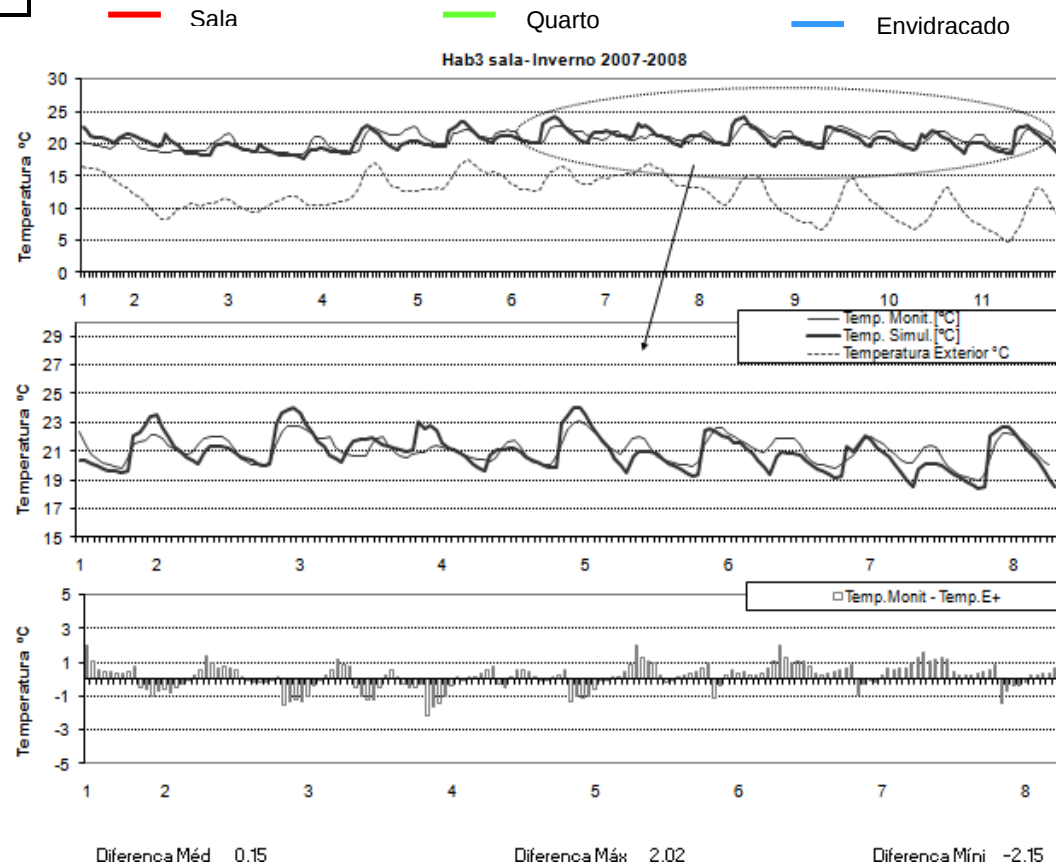
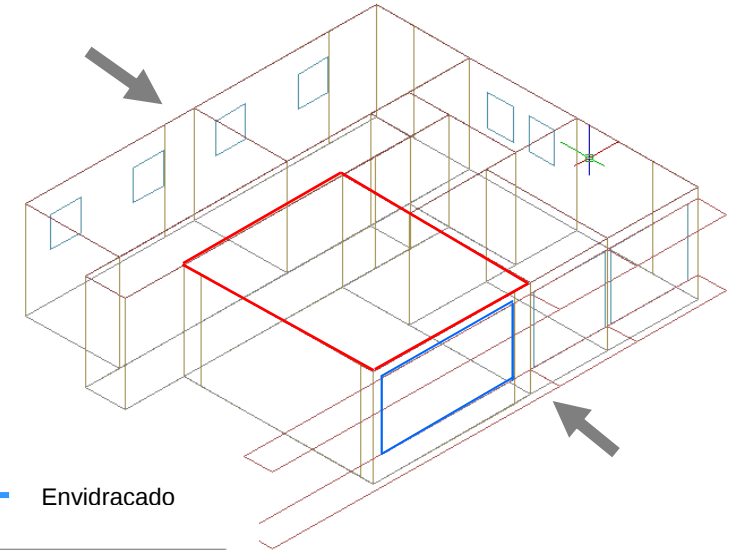
Diferença Méd -0.04

Diferença Máx 2.12

Diferença Mini -2.14

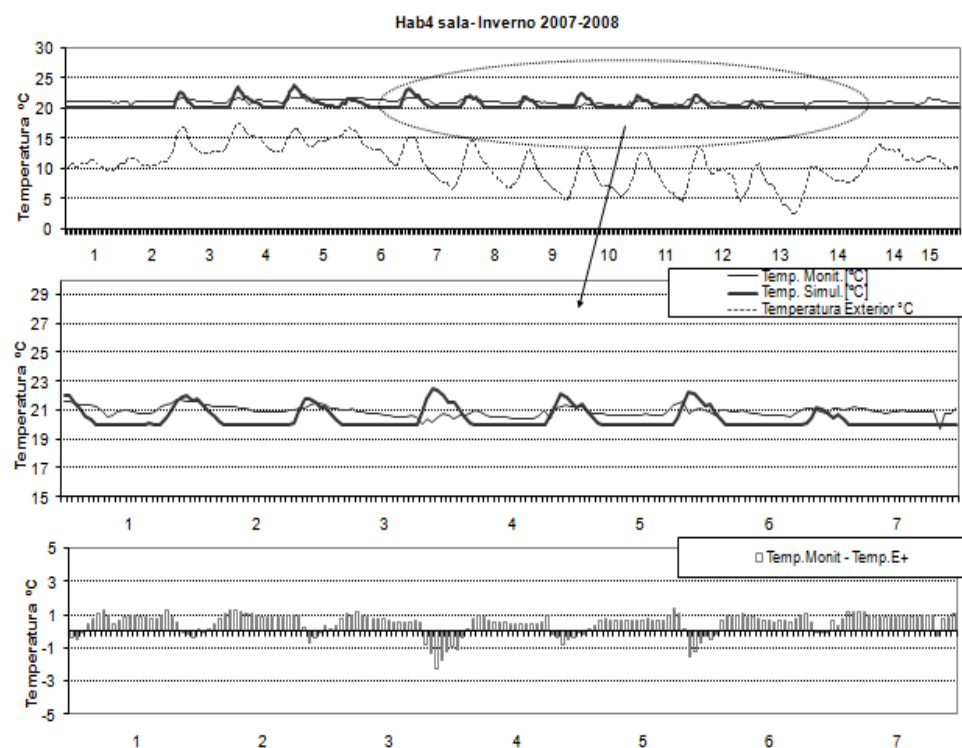
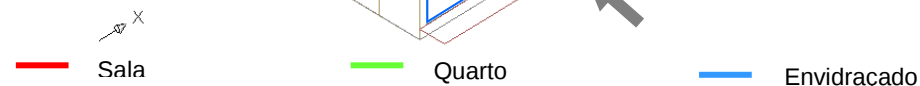
Hab3 Edifício Pertejo - Inverno

	Habitação 3 Corrigido		
	Hab3	Sala	Sala + Hal
A pav (m²)	142.96	40.33	53.03
Volume (m³)	371.70	104.86	137.88
Afach total ext (m²)	92.27	14.64	14.64
Apavto ext (m²)	142.96	40.33	53.03
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	32.39	12.22	12.22
Aenvidr/ fachada	0.35	0.83	0.83
total (%) - % Face	(Obs: 87%	(Obs: 83%	(Obs: 83%
Exposta	Sul, 14% N,	Sul)	Sul)
envidraçada	6% E)		
Aenvidr/Apav (%)	0.23	0.30	0.23
Aenvidr/Vol	0.09	0.12	0.09
Aenvolv/Vol (FF)	0.63	0.52	0.49



Hab4 Edifício Pertejo

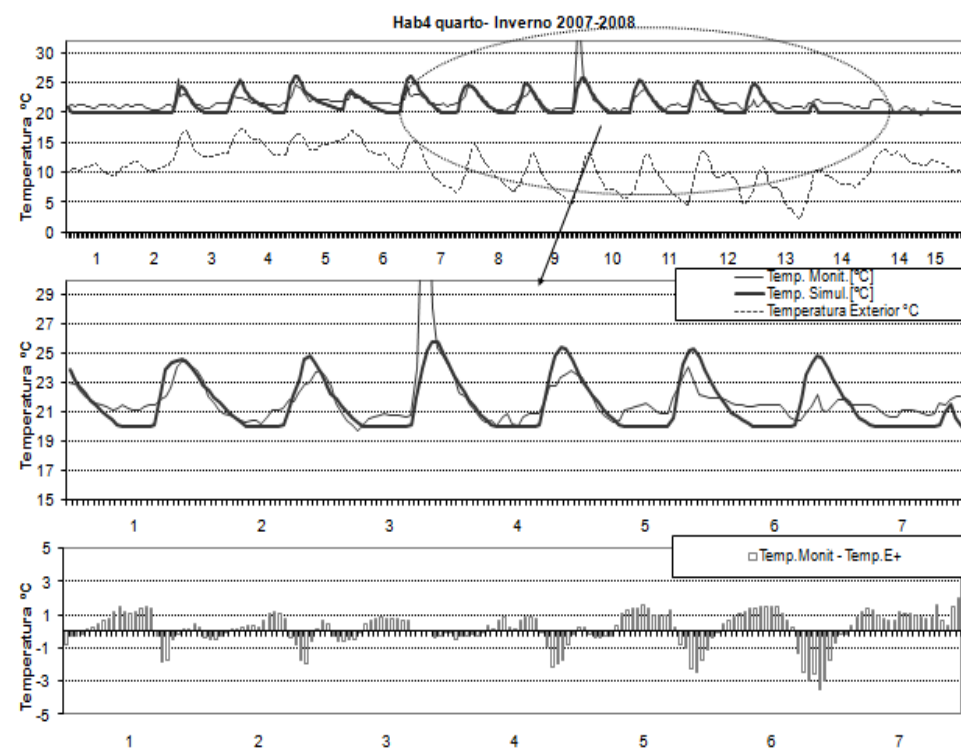
	Habitação 4 Corrigido			
	Hab4	Sala	Sala + Hall	Qt+círcul
A pav (m²)	141.44	41.63	62.52	19.57
Volume (m³)	367.73	108.24	162.55	50.88
Afach total ext (m²)	95.02	15.76	15.76	21.53
Apavto ext (m²)				
Acobertura ext (m²)	141.44	41.63	62.52	19.57
Aenvidr total (m²)	29.47	12.68	12.68	9.58
Aenvidr/ fachada	0.31	0.80	0.80	0.45
total (%) - % Face	(Obs: 85% Sul, 14% N, 6% SO)	(Obs: 80% Sul)	(Obs: 80% Sul)	(Obs: 91% Sul)/ face Oeste ã env
Exposta envidraçada				
Aenvidr/Apav (%)	0.21	0.30	0.20	0.49
Aenvidr/Vol	0.08	0.12	0.08	0.19
Aenvolv/Vol (FF)	0.64	0.53	0.48	0.81



Diferença Méd 0.47

Diferença Máx 1.32

Diferença Mín -2.26



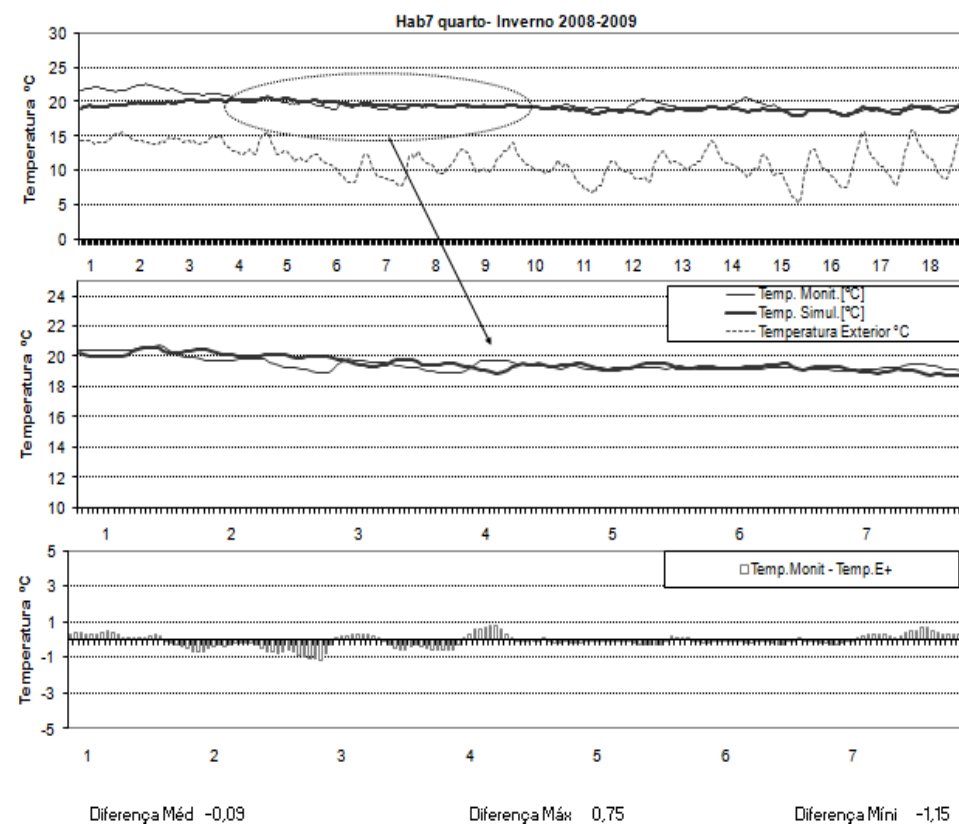
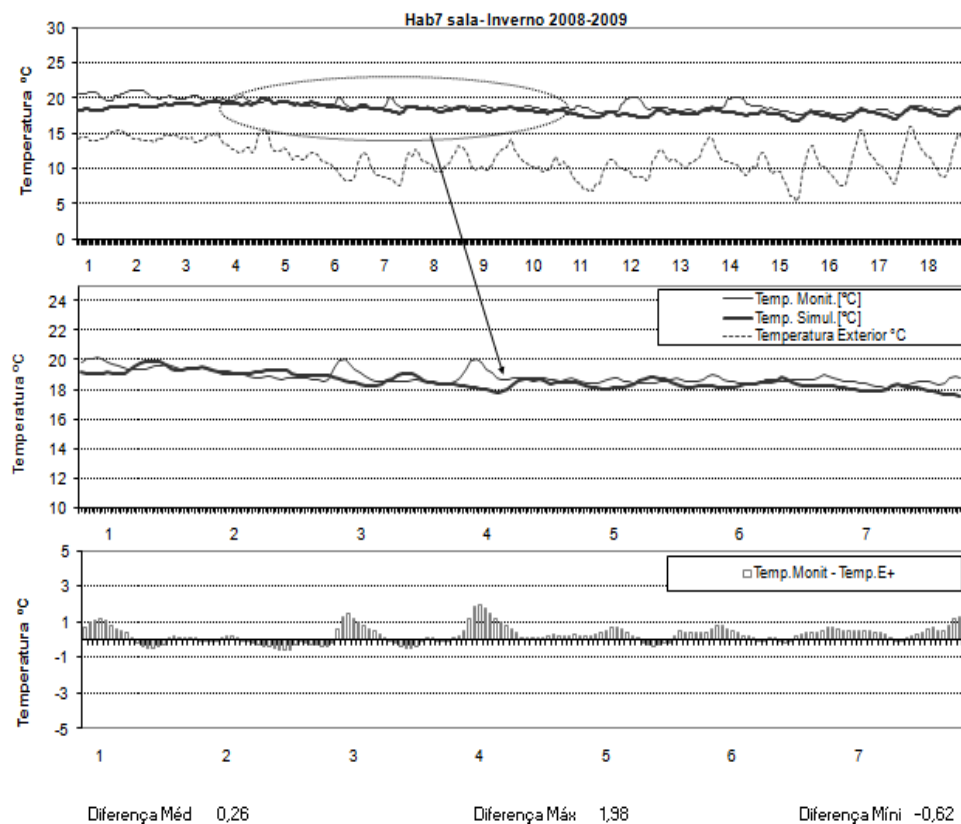
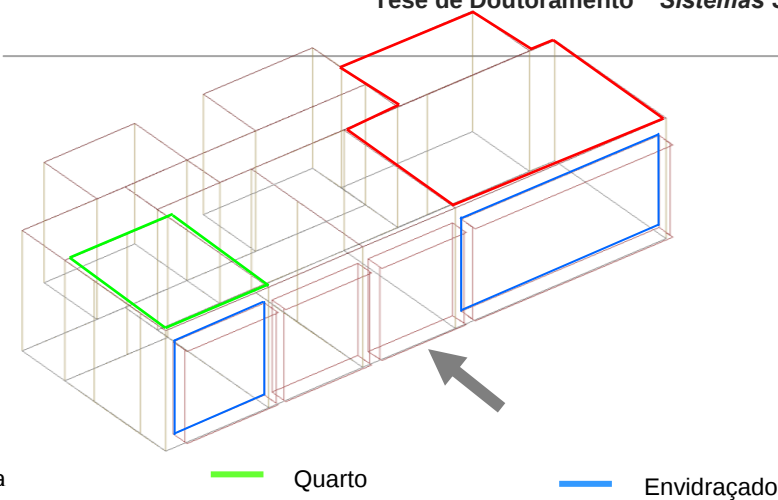
Diferença Méd 0.14

Diferença Máx 2.04

Diferença Mín -3.57

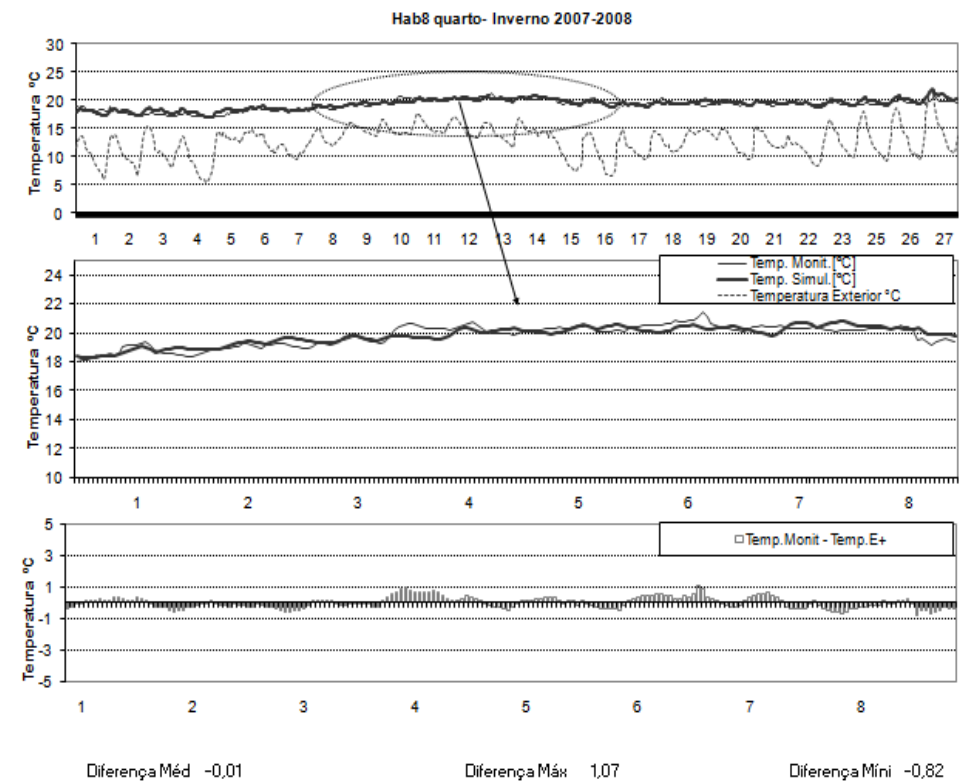
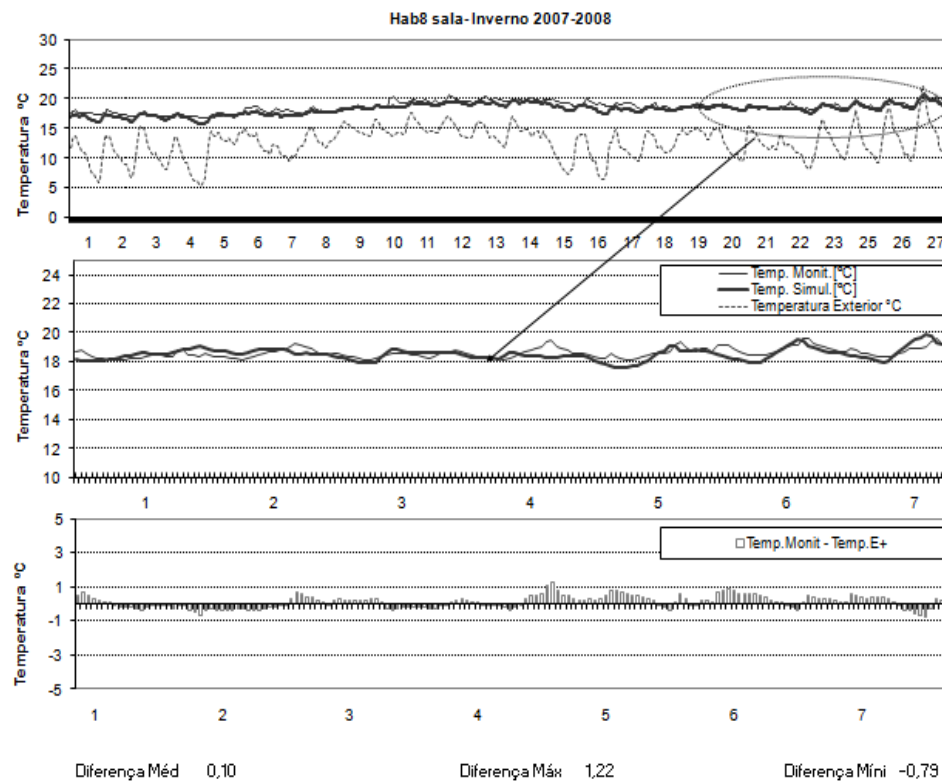
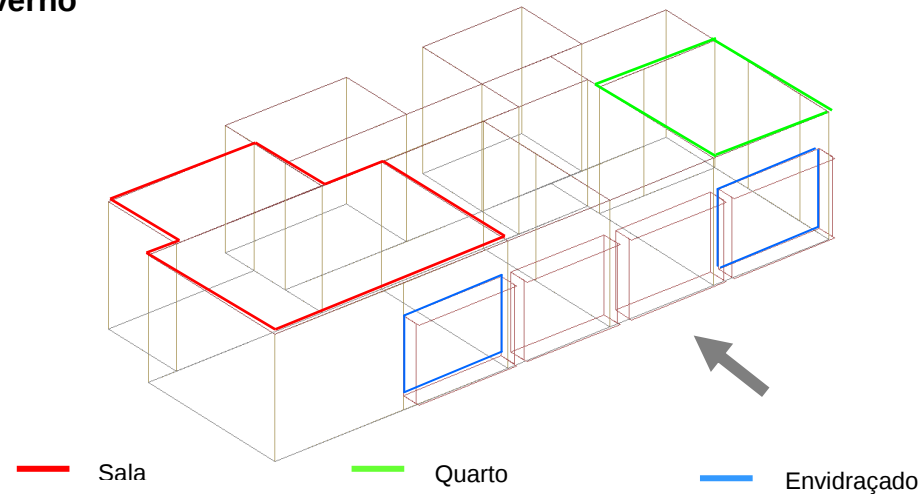
Hab7 Edifício Alcântara-Rio - Inverno

	Habitação 7				
	Hab7	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet
A pav (m²)	105.59	30.68	40.92	12.54	20.14
Volume (m³)	274.52	79.76	106.38	32.60	52.36
Afach total ext (m²)	40.94	17.36	17.36	7.90	7.90
Aenvidr total (m²)	33.30	14.12	14.12	6.38	6.38
Aenvidr/ fachada total	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
(%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)
Aenvidr/Apav (%)	0.32	0.46	0.35	0.51	0.32
Aenvidr/Vol	0.12	0.18	0.13	0.20	0.12
Aenvolv/Vol (FF)	0.15	0.22	0.16	0.24	0.15



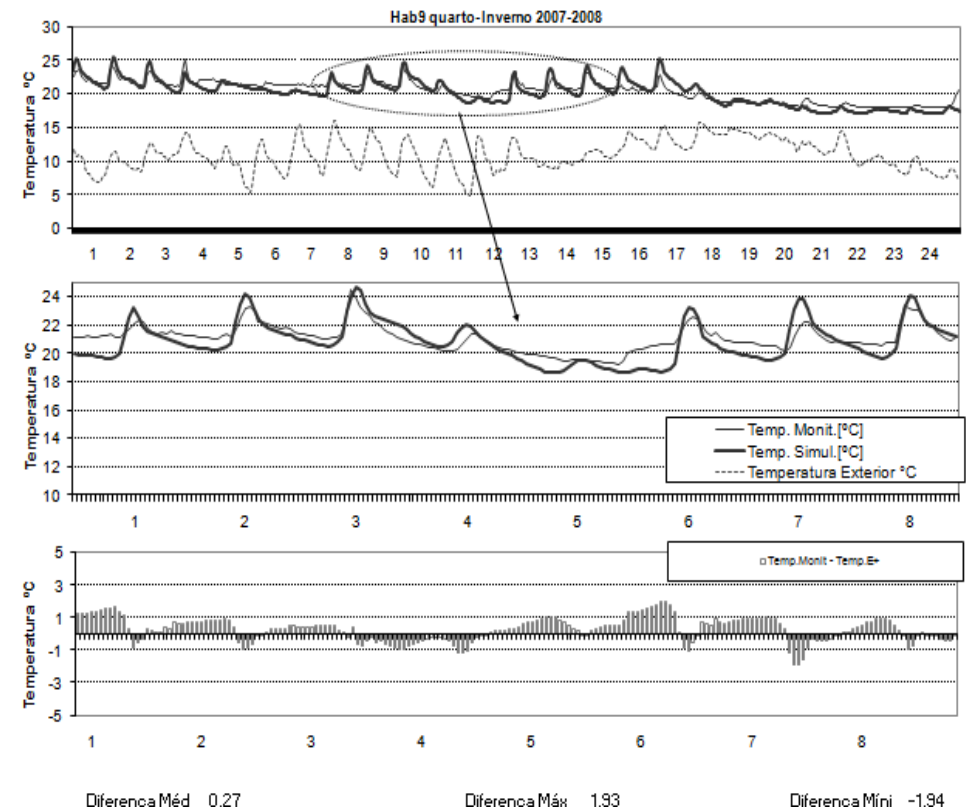
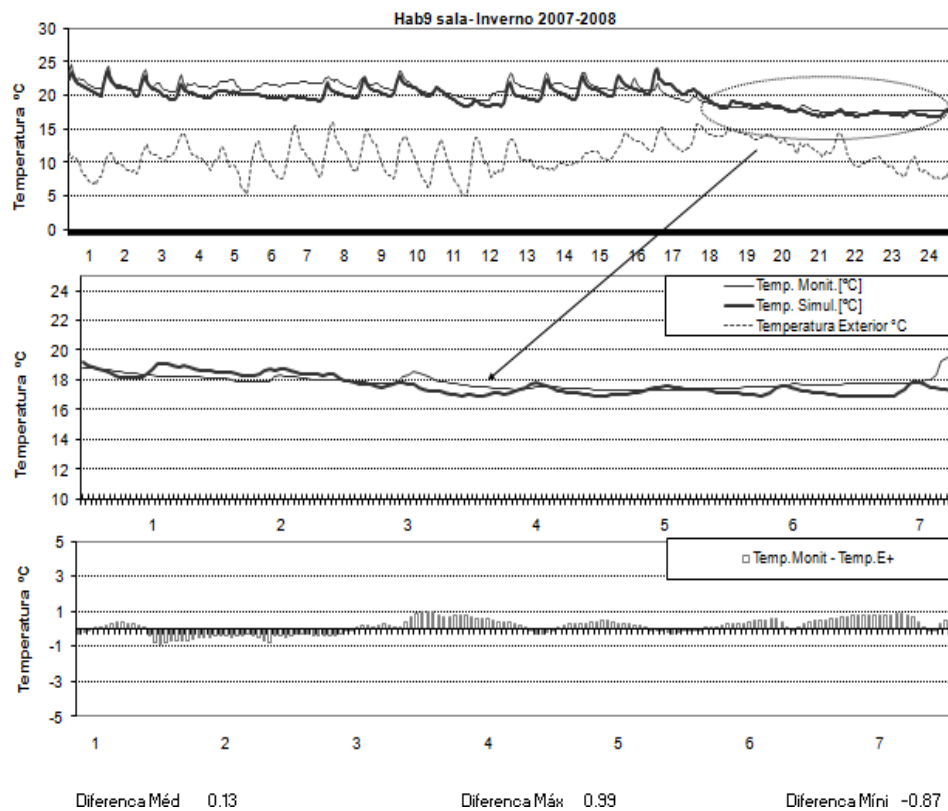
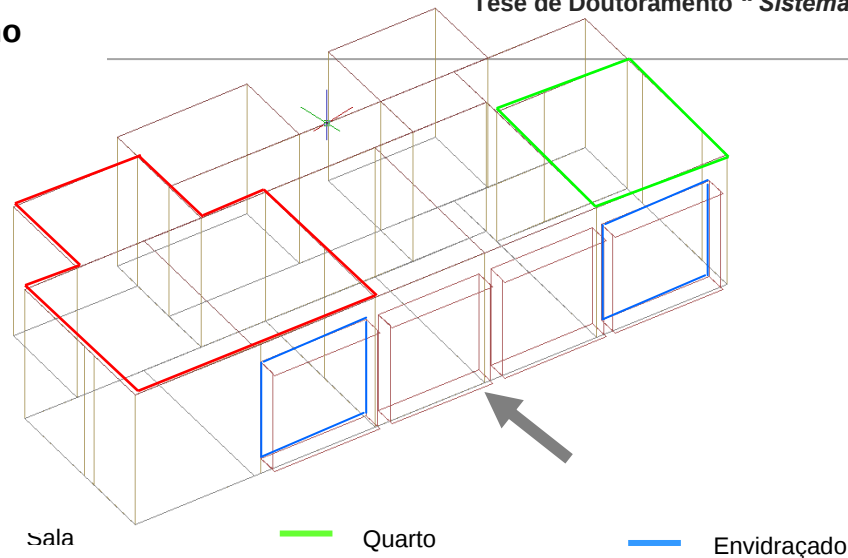
Hab8 Edifício Alcântara-Rio Inverno

	Habitação 8				
	Hab8	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet
A pav (m²)	106.00	31.09	41.33	12.54	20.14
Volume (m³)	275.59	80.82	107.45	32.60	52.36
Afach total ext (m²)	40.94	17.36	17.36	7.90	7.90
Apavto ext (m²)					
Acobertura ext (m²)	106.00	31.09	41.33	12.54	20.14
Aenidr total (m²)	25.43	6.25	6.25	6.38	6.38
Aenidr/ fachada	0.62	0.36	0.36	0.81	0.81
total (%) - % Face	(Obs: 62% Oeste)	(Obs: 36% Oeste)	(Obs: 36% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)	(Obs: 81% Oeste)
Exposta envidraçada					
Aenidr/Apav (%)	0.24	0.20	0.15	0.51	0.32
Aenidr/Vol	0.09	0.08	0.06	0.20	0.12
Aenidr/Vol (FF)	0.53	0.60	0.55	0.63	0.54



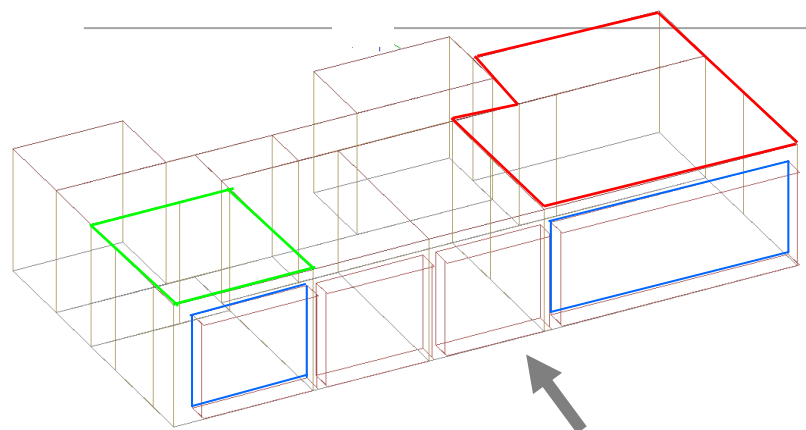
Hab9 Edifício Alcântara-Rio Inverno

	Hab9	Habitação 9			
	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet	
A pav (m²)	103.17	29.78	38.26	12.68	20.37
Volume (m³)	268.24	77.43	99.48	32.97	52.96
Afach total ext (m²)	44.59	20.86	20.86	8.00	8.00
Apavto ext (m²)					
Acobertura ext (m²)	103.17	29.78	38.26	12.68	20.37
Aenvidr total (m²)	25.39	6.25	6.25	6.45	6.45
Aenvidr/fachada total	0.57	0.30	0.30	0.81	0.81
(Obs: 63% Sul env. /face	(Obs: 40% Sul/ Oeste ã	(Obs: 40% Sul/ Oeste ã	(Obs: 81% Sul)	(Obs: 81% Sul)	
(%) - % Face Exposta	Oeste não tem env.)	tem env.)	tem env.)		
envidraçada					
Aenvidr/Apav (%)	0.25	0.21	0.16	0.51	0.32
Aenvidr/Vol	0.09	0.08	0.06	0.20	0.12
Aenvolv/Vol (FF)	0.55	0.65	0.59	0.63	0.54



Hab10 Edifício Alcântara-Rio - Inverno

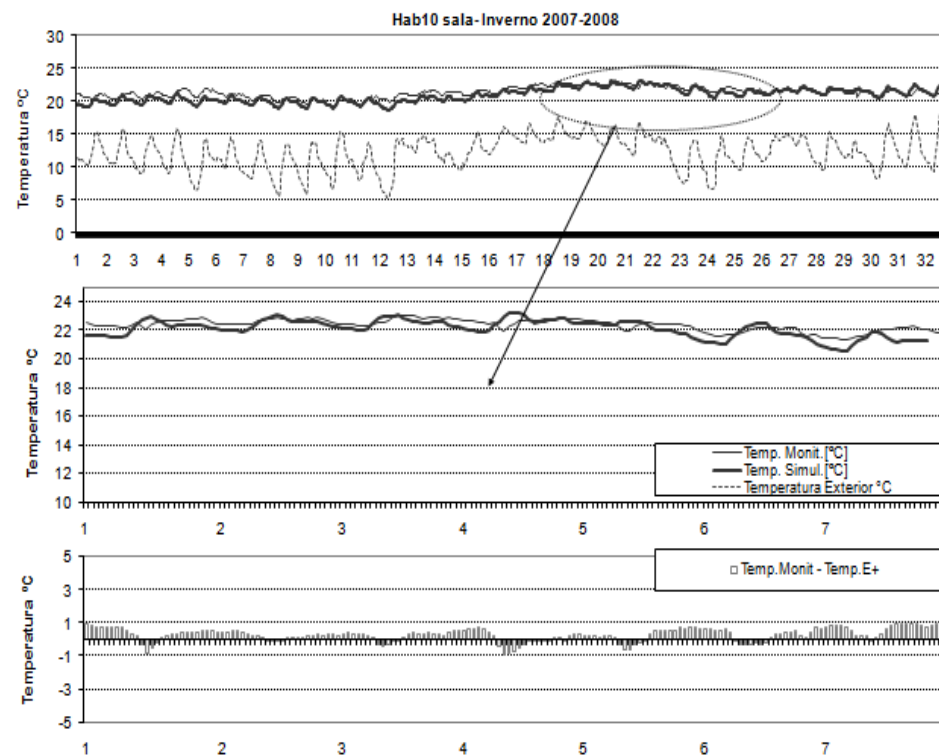
	Habitação 10				
	Hab10	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet
A pav (m²)	105.20	29.61	40.14	12.76	20.55
Volume (m³)	273.51	76.99	104.36	33.18	53.43
Alach total ext (m²)	55.91	16.47	16.47	15.39	15.39
Apavto ext (m²)					
Acobertura ext (m²)					
Aenvidr total (m²)	32.58	13.40	13.40	6.49	6.49
	0.58	0.81	0.81	0.42	0.42
Aenvidr/ fachada total (%) - % Face Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)	(Obs: 81% Norte /face Este não tem env.)
Aenvidr/Apav (%)	0.31	0.45	0.33	0.51	0.32
Aenvidr/Vol	0.12	0.17	0.13	0.20	0.12
Aenvidr/Vol (FF)	0.20	0.21	0.16	0.46	0.29



Sala

Quarto

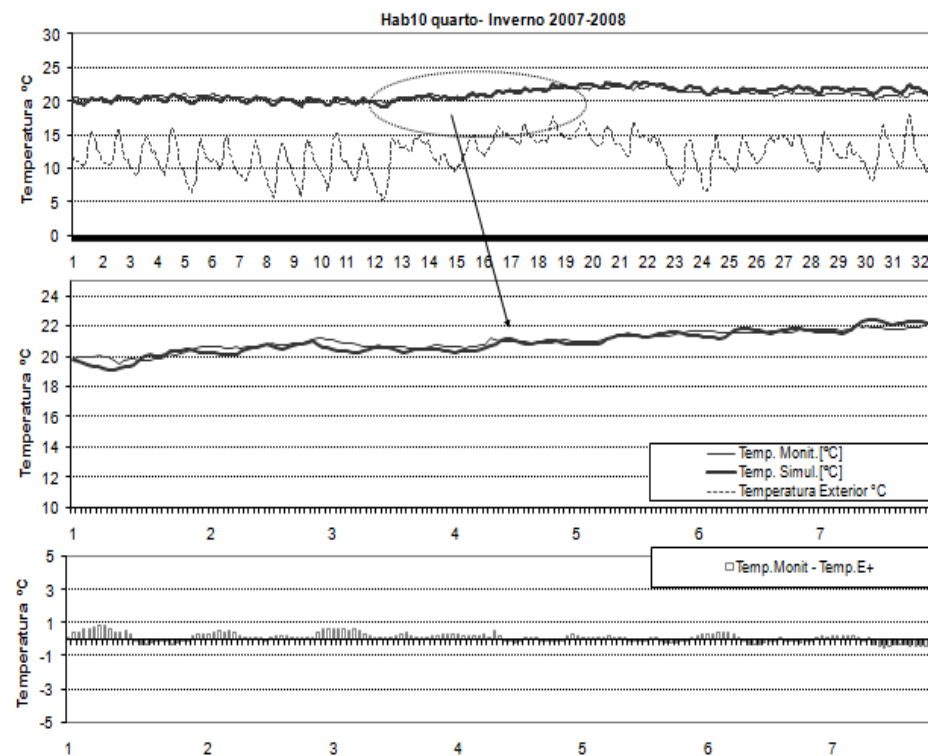
Envidraçado



Diferença Méd 0,26

Diferença Máx 0,93

Diferença Míni -1,00



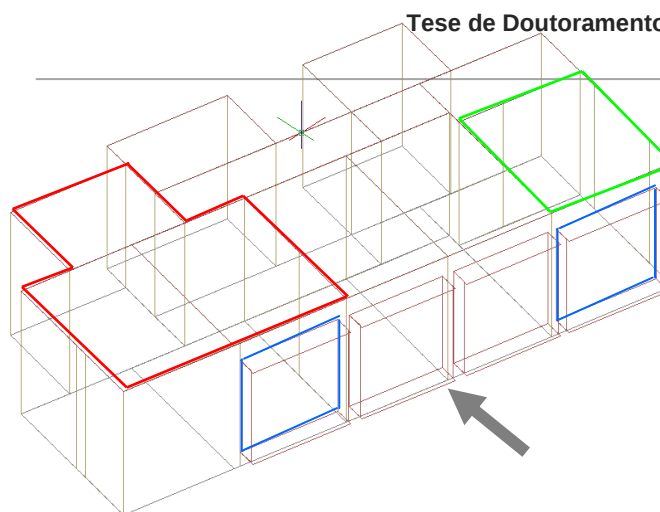
Diferença Méd 0,10

Diferença Máx 0,81

Diferença Míni -0,55

Hab11 Edifício Alcântara-Rio - Inverno

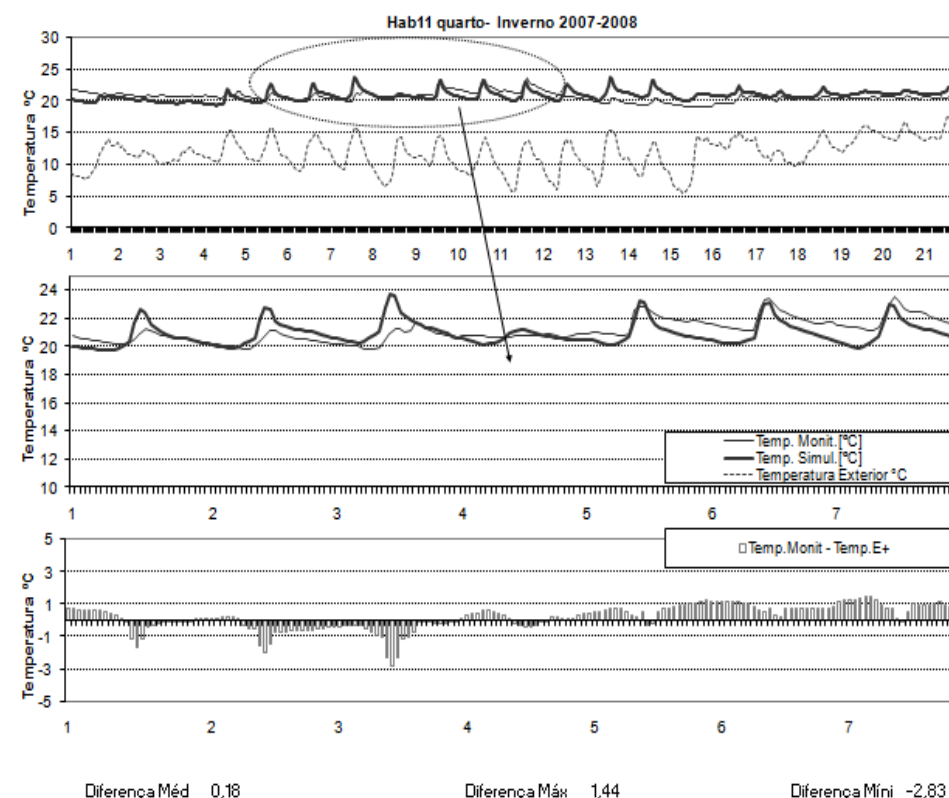
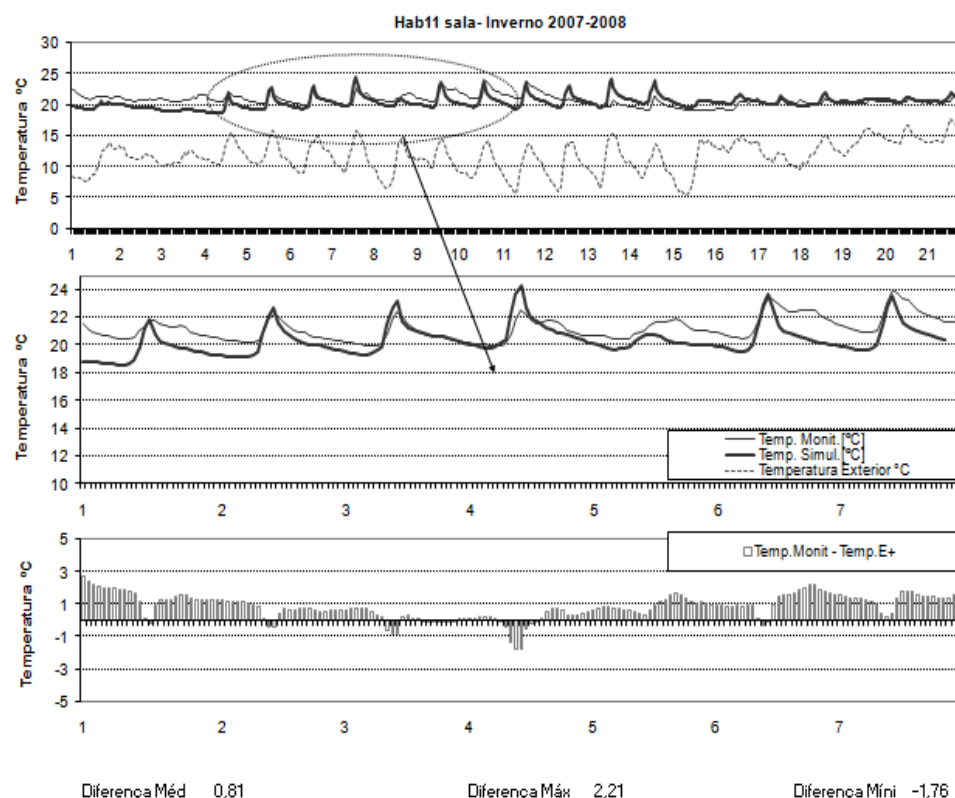
	Habituação 11				
	Hab11	Sala	Sala + Hall	Qt	Qt+ Closet
A pav (m²)	103.17	29.78	38.26	12.68	20.37
Volume (m³)	268.24	77.43	99.48	32.97	52.96
Afach total ext (m²)	44.59	20.86	20.86	8.00	8.00
Apavto ext (m²)					
Acobertura ext (m²)					
Aenvidr total (m²)	25.39	6.25	6.25	6.45	6.45
	0.57	0.30	0.30	0.81	0.81
Aenvidr/ fachada total	(Obs: 63%				
(%) - % Face Exposta	Sul env.	(Obs: 40%	(Obs: 40%	(Obs: 81%	(Obs: 81%
envidraçada	/face Oeste	Sul/ Oeste	Sul/ Oeste	Sul	Sul
	não tem	ñ tem env.)	ñ tem env.)		
	env.)				
Aenvidr/Apav (%)	0.25	0.21	0.16	0.51	0.32
Aenvidr/Vol	0.09	0.08	0.06	0.20	0.12
Aenvolv/Vol (FF)	0.17	0.27	0.21	0.24	0.15



Sala

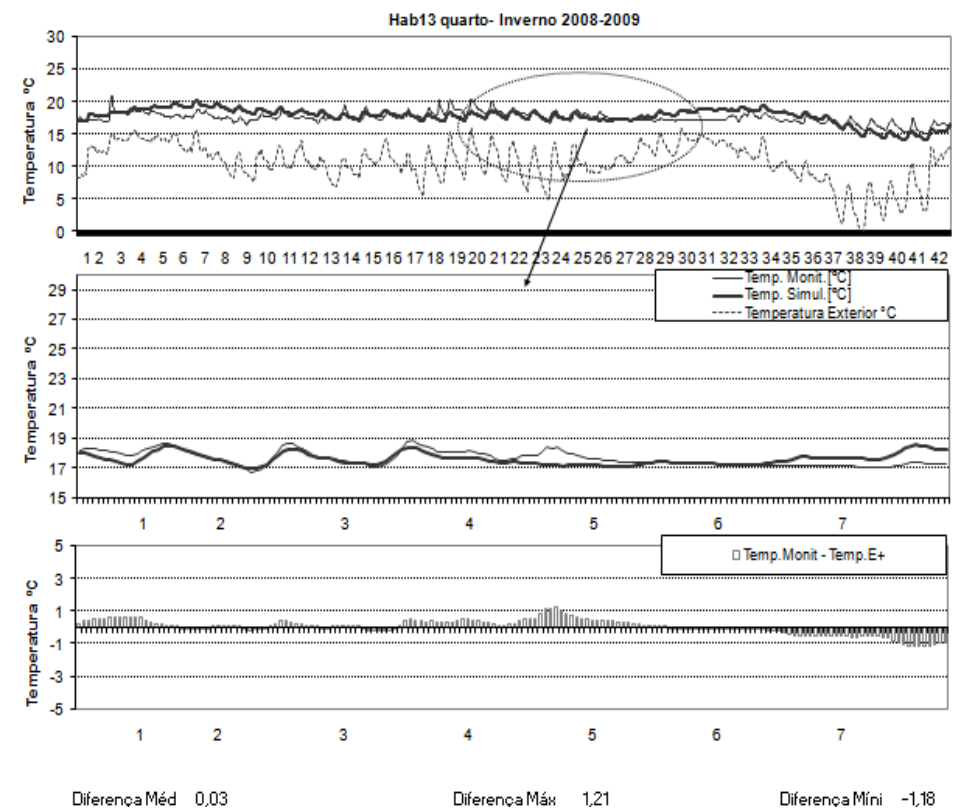
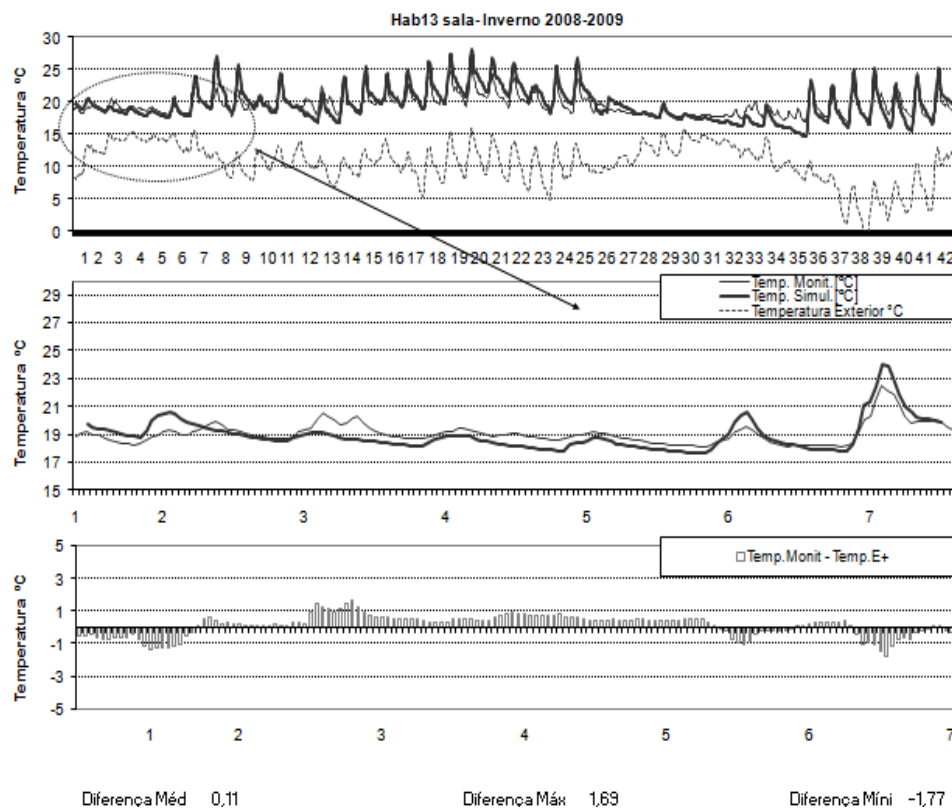
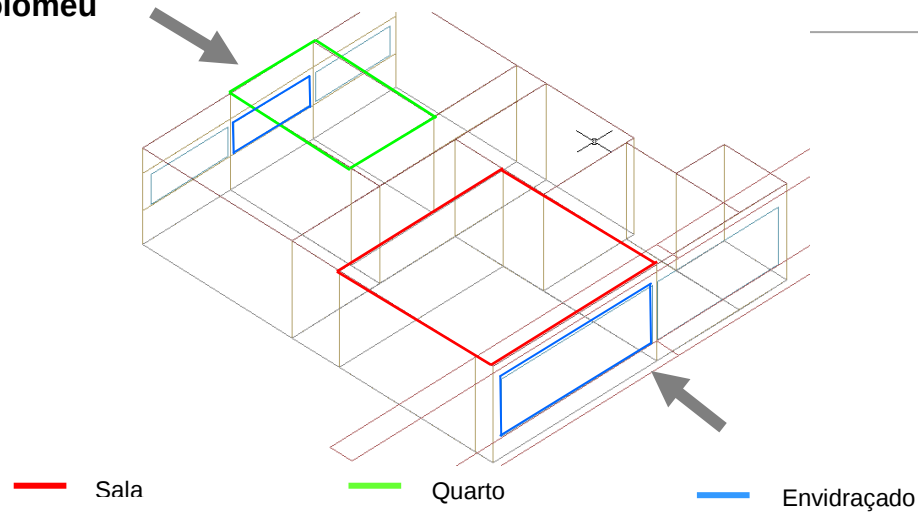
Quarto

Envidraçado



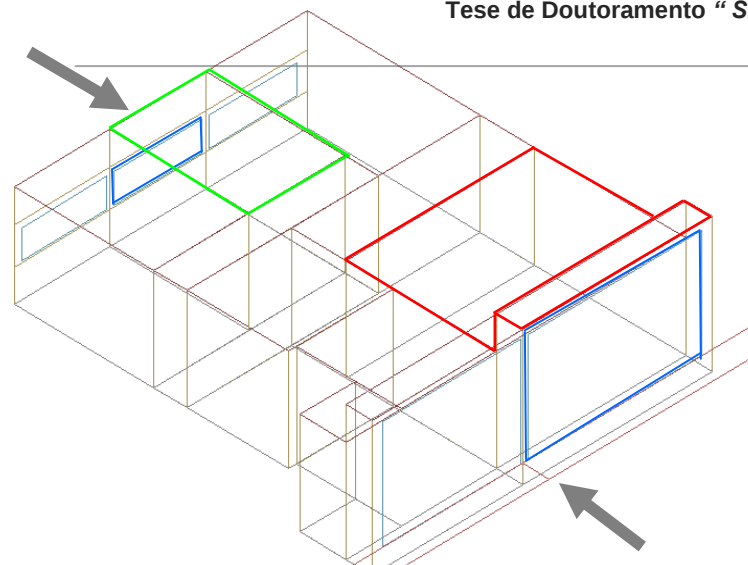
Hab13 Edifício Jd. São Bartolomeu Inverno

Habitação 13			
	Hab13	Sala	Qt
A pav (m²)	128.02	35.99	14.26
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	339.24	95.37	37.79
Áfach total ext (m²)	55.65	16.17	8.22
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	28.63	11.10	2.85
	0.51	0.69	0.35
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 67% Sul e 33% a Norte)	(Obs: 70% Sul)	(Obs: 35% Norte)
envidraçada			
Aenvidr/Apav (%)	0.22	0.31	0.20
Aenvidr/Vol	0.08	0.12	0.08
Aenvolv/Vol (FF)	0.16	0.17	0.22



Hab14 Edifício Jd. São Bartolomeu - Inverno

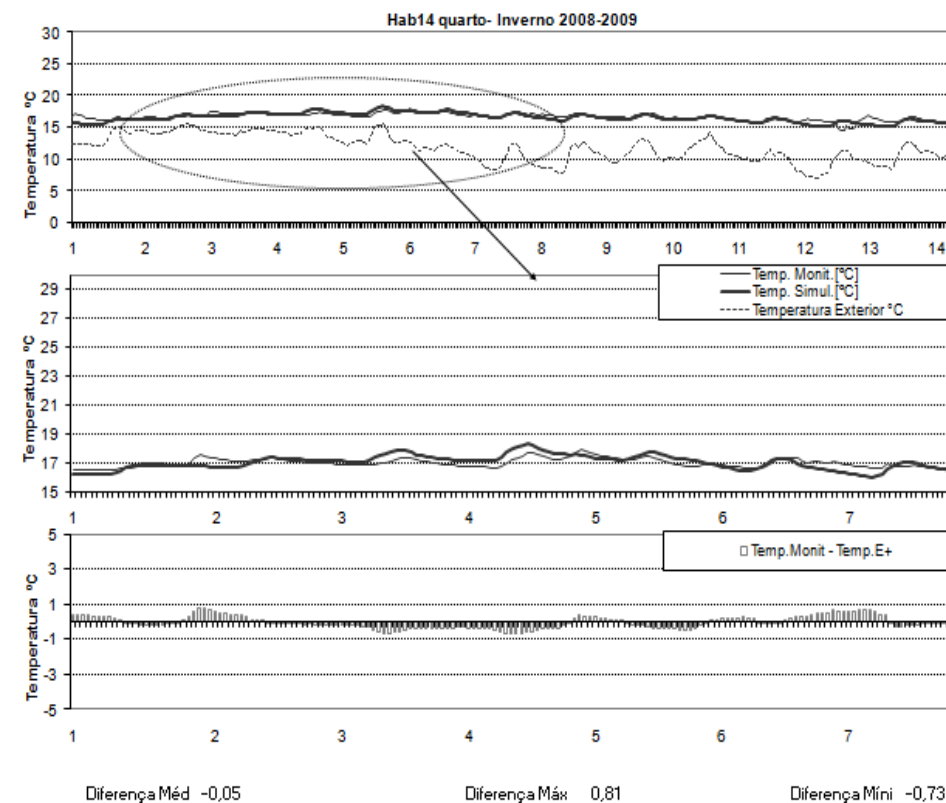
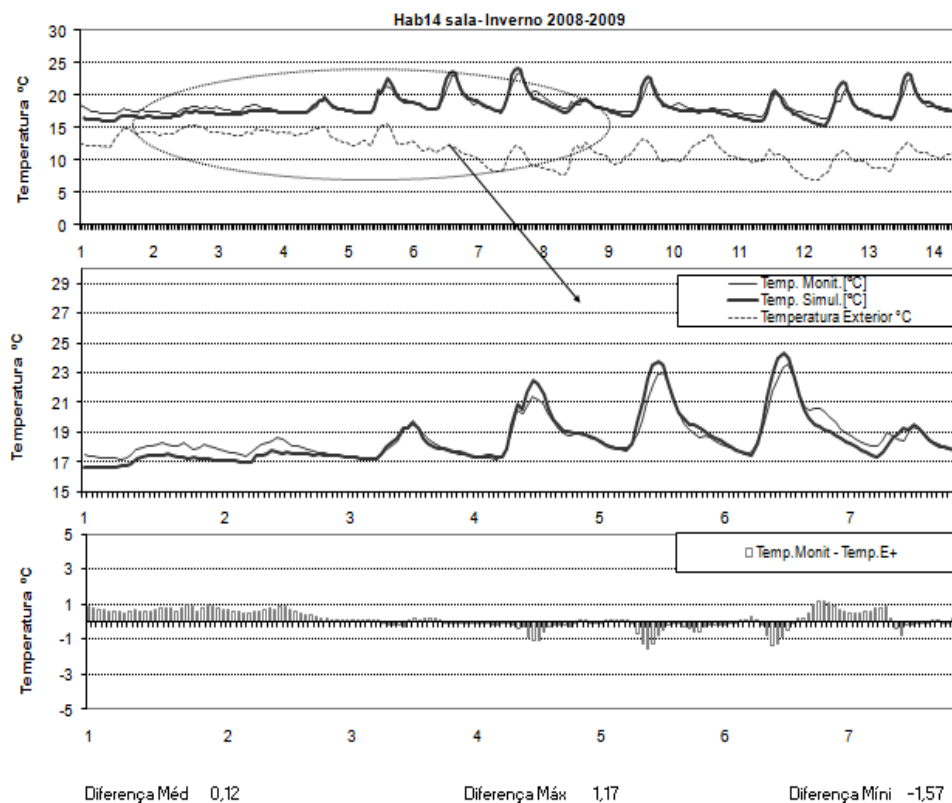
	Habitação 14		
	Hab14	Sala	Qt
A pav (m²)	128.02	35.99	14.26
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	351.44	101.96	37.79
Afach total ext (m²)	70.91	24.40	8.22
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	139.32	42.09	17.36
Aenvidr total (m²)	47.53	21.60	2.85
	0.67	0.89	0.35
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 86% Sul e 33% a Norte)	(Obs: 90% Sul)	(Obs: 35% Norte)
envidraçada			
Aenvidr/Apav (%)	0.37	0.60	0.20
Aenvidr/Vol	0.14	0.21	0.08
Aenvolv/Vol (FF)	0.60	0.65	0.68



Sala

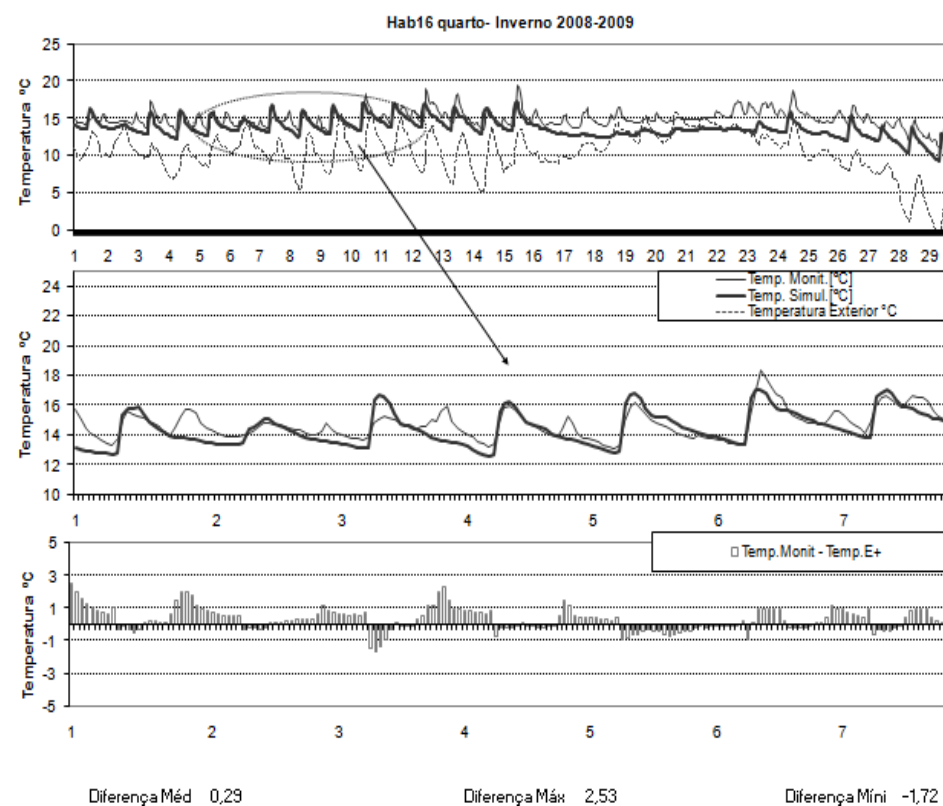
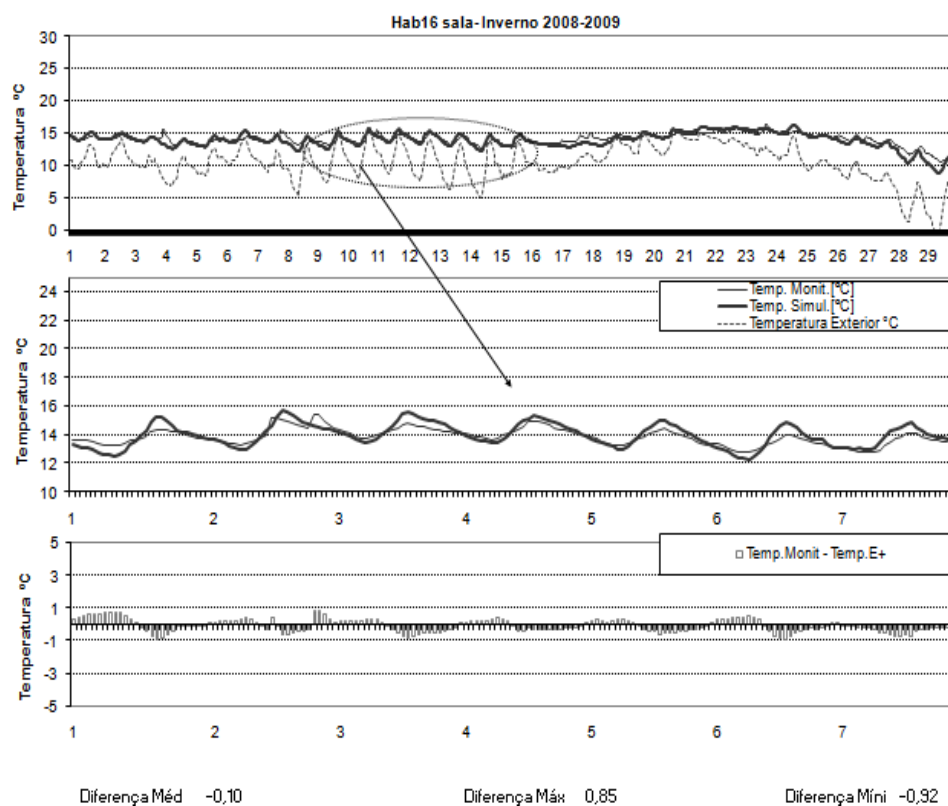
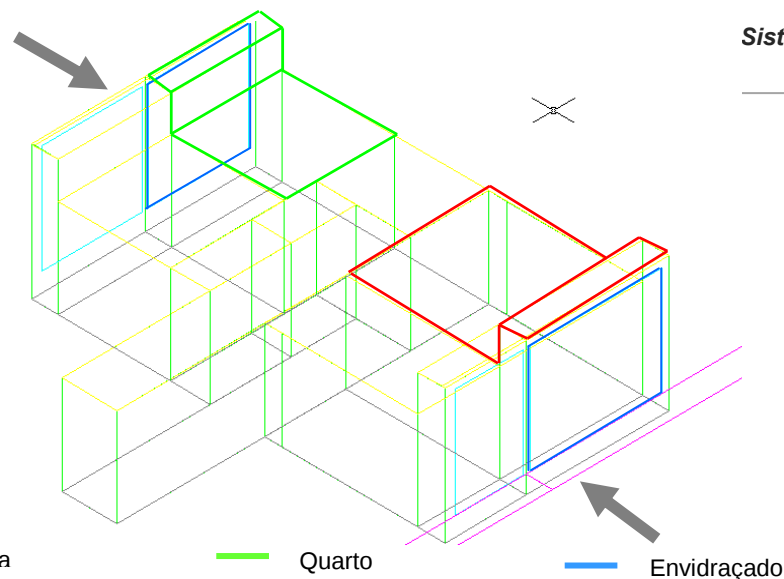
Quarto

Envidraçado



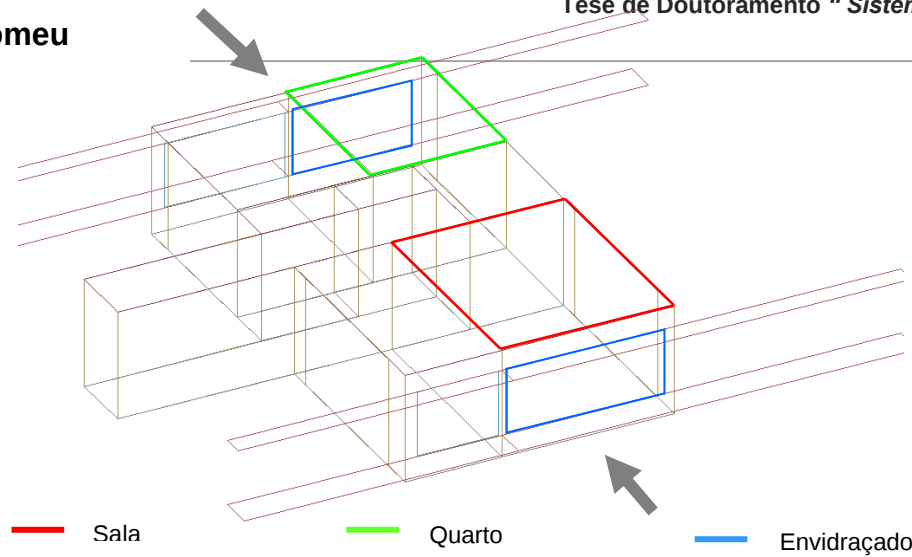
Hab16 Edifício Jd. São Bartolomeu

	Habitação 16		
	Hab16	Sala	Qt
A pav (m²)	104.77	27.14	15.75
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	292.76	76.89	45.52
Áfach total ext (m²)	56.00	18.40	14.00
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	118.77	31.74	19.25
Aenvidr total (m²)	48.06	16.02	12.24
	0.86	0.87	0.87
Aenvidr/ fachada total	(Obs: 84% Oeste e 87% a Este)	(Obs: 87% Oeste)	(Obs: 87% Eeste)
(%) - % Face Exposta envidraçada			
Aenvidr/Apav (%)	0.46	0.59	0.78
Aenvidr/Vol	0.16	0.21	0.27
Aenvolv/Vol (FF)	0.60	0.65	0.73



Hab17 Edifício Jd. São Bartolomeu Inverno

	Habitação 17		
	Hab17	Sala	Qt
A pav (m²)	104.77	27.14	15.75
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	277.64	71.92	41.74
Afach total ext (m²)	37.10	12.19	9.28
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	24.70	8.23	6.29
	0.67	0.68	0.68
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 65% Oeste e 67% a Este)	(Obs: 68% Oeste)	(Obs: 68% Este)
envidraçada			
Aenvidr/Apav (%)	0.24	0.30	0.40
Aenvidr/Vol	0.09	0.11	0.15
Aenvolv/Vol (FF)	0.13	0.17	0.22

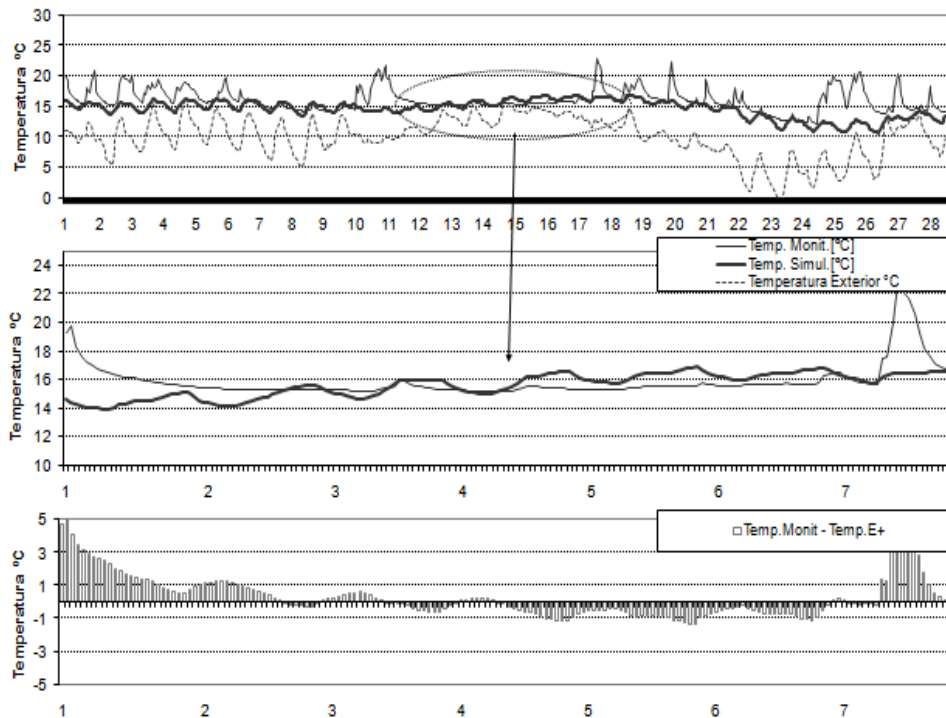


Sala

Quarto

Envidraçado

Hab17 sala- Inverno 2008-2009

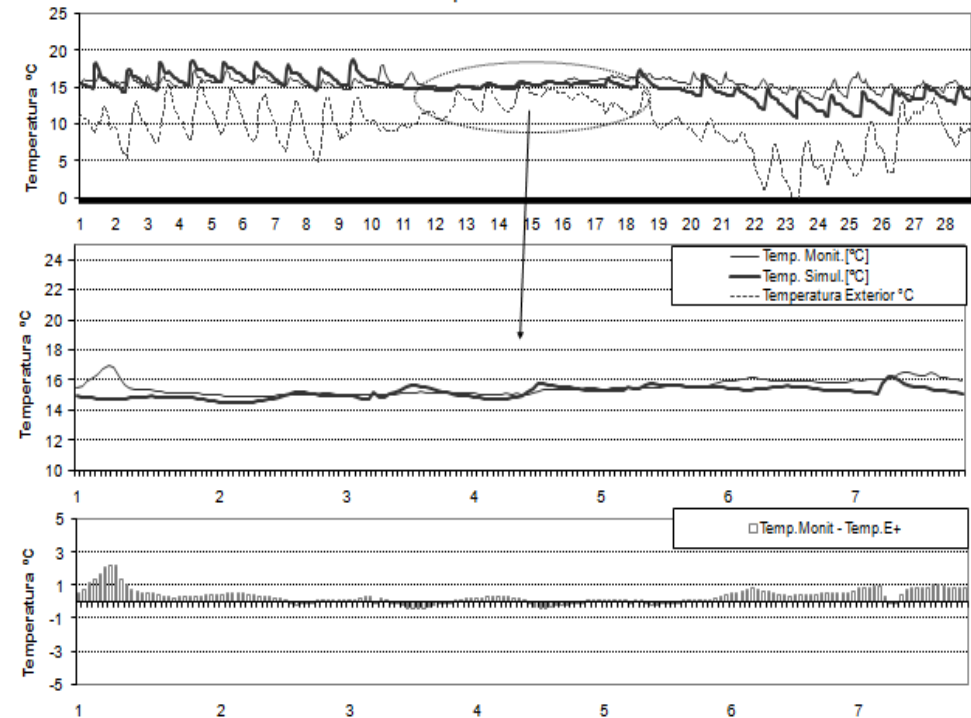


Diferença Méd 0.31

Diferença Máx 6.50

Diferença Mín -1.37

Hab17 quarto- Inverno 2008-2009



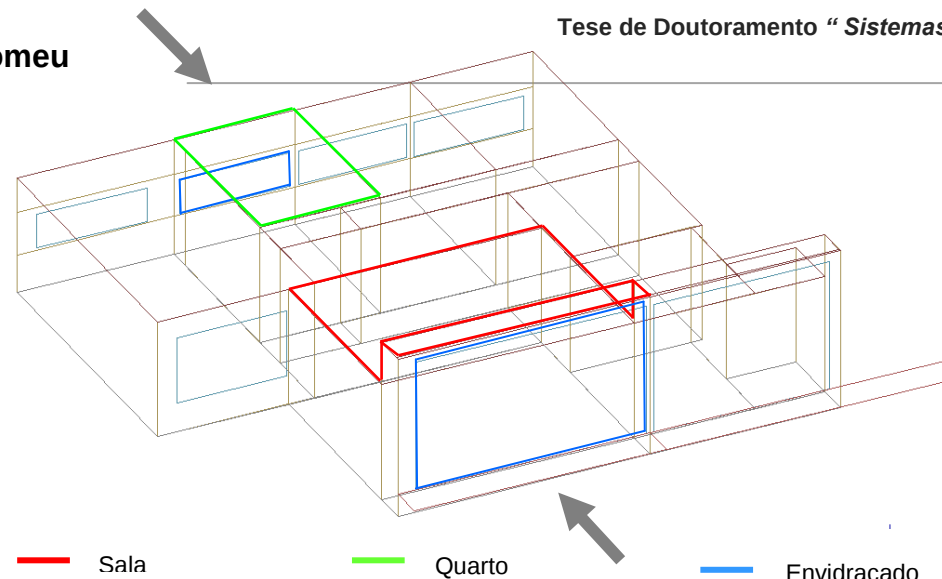
Diferença Méd 0.32

Diferença Máx 2.22

Diferença Mín -0.47

Hab18 Edifício Jd. São Bartolomeu Inverno

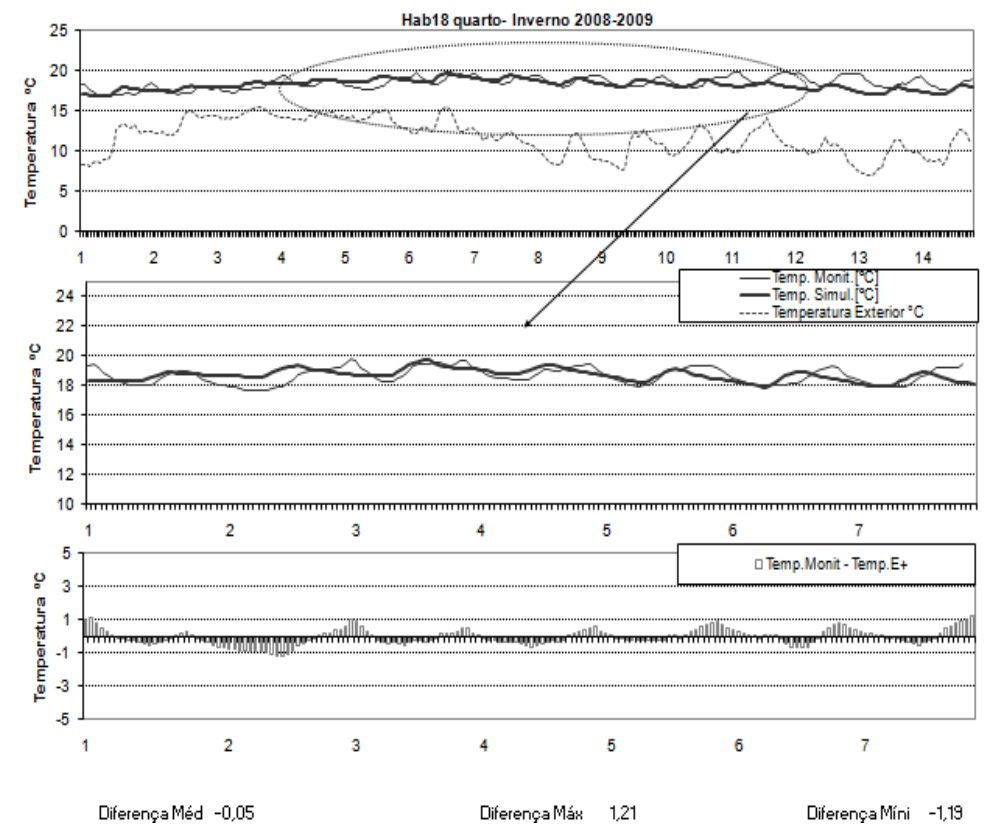
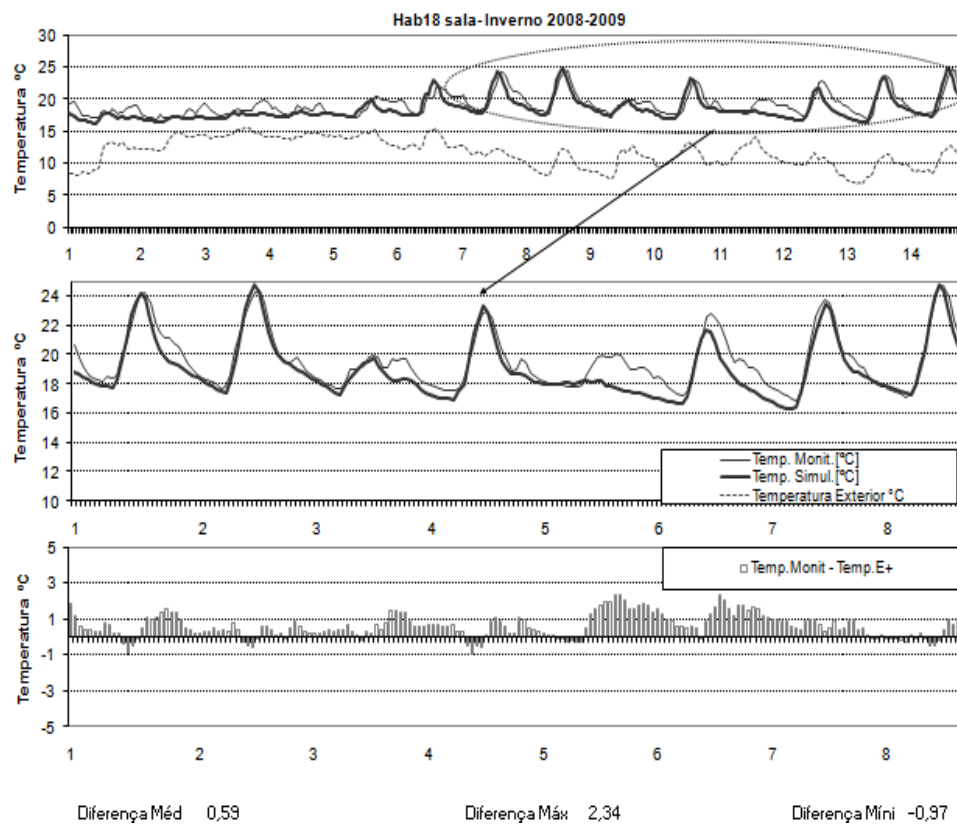
	Habitação 18		
	Hab18	Sala	Qt
A pav (m²)	144.72	38.43	14.26
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	358.13	108.64	37.79
Afach total ext (m²)	126.16	41.37	8.22
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	156.22	44.73	17.36
Aenvidr total (m²)	57.01	22.68	2.85
	0.45	0.55	0.35
Aenvidr/fachada total (%) - % Face Exposta envidraçada	(Obs: 84% Sul e 32% a Norte)	(Obs: 90% Sul)	(Obs: 35% Norte)
Aenvidr/Apav (%)	0.39	0.59	0.20
Aenvidr/Vol	0.16	0.21	0.08
Aenvolv/Vol (FF)	0.79	0.79	0.68



Sala

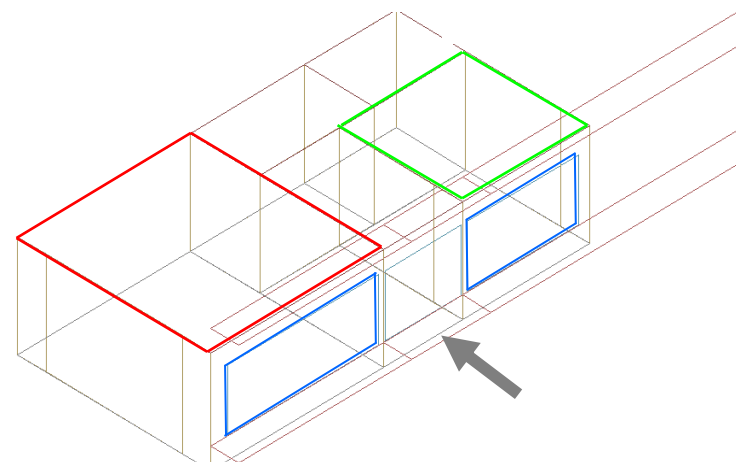
Quarto

Envidraçado



Hab19 Edifício Jd. São Bartolomeu Inverno

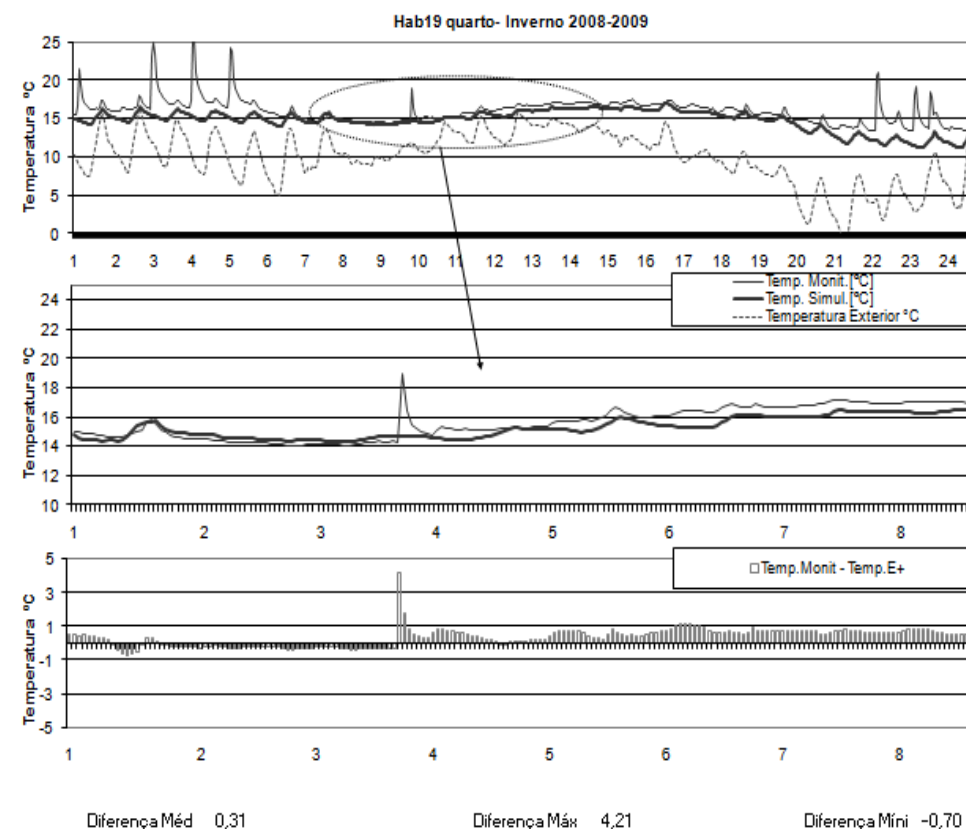
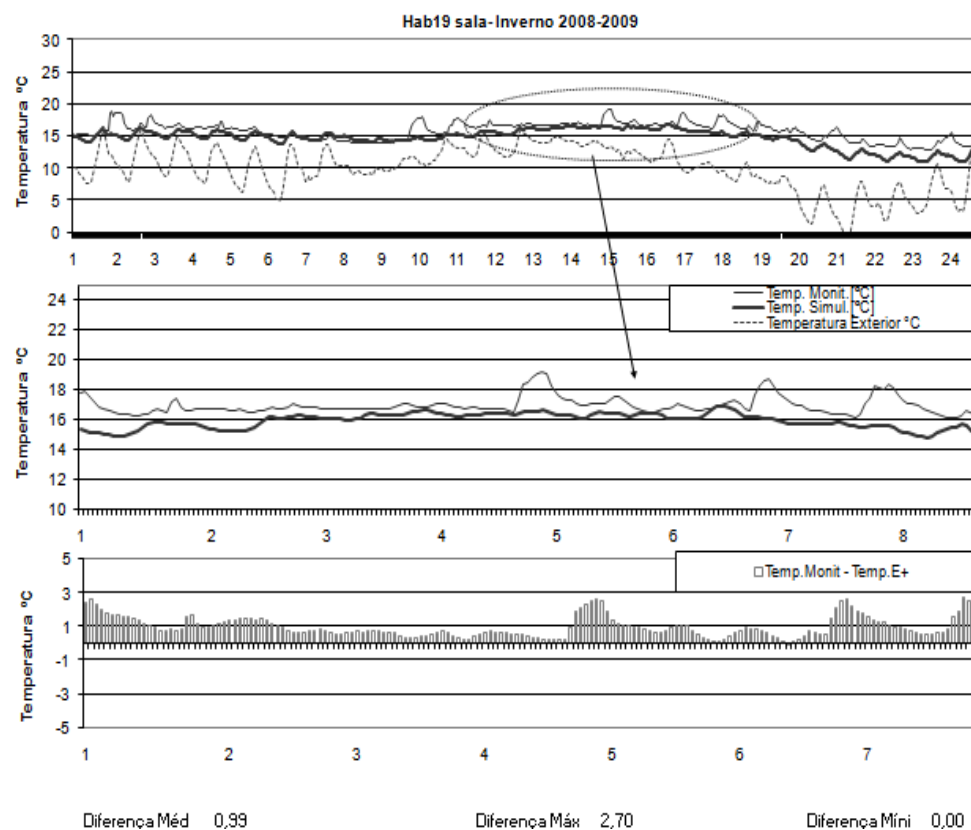
	Habitação 19		
	Hab19	Sala	Qt
A pav (m²)	63.65	27.65	13.32
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	168.66	73.26	35.30
Áfach total ext (m²)	44.12	27.96	9.54
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)			
Aenvidr total (m²)	19.70	8.79	6.48
	0.45	0.31	0.68
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 68%	(Obs: 68%	(Obs: 68%
envidraçada	Oeste)	Oeste)	Oeste)
Aenvidr/Apav (%)	0.31	0.32	0.49
Aenvidr/Vol	0.12	0.12	0.18
Aenvolv/Vol (FF)	0.26	0.38	0.27



Sala

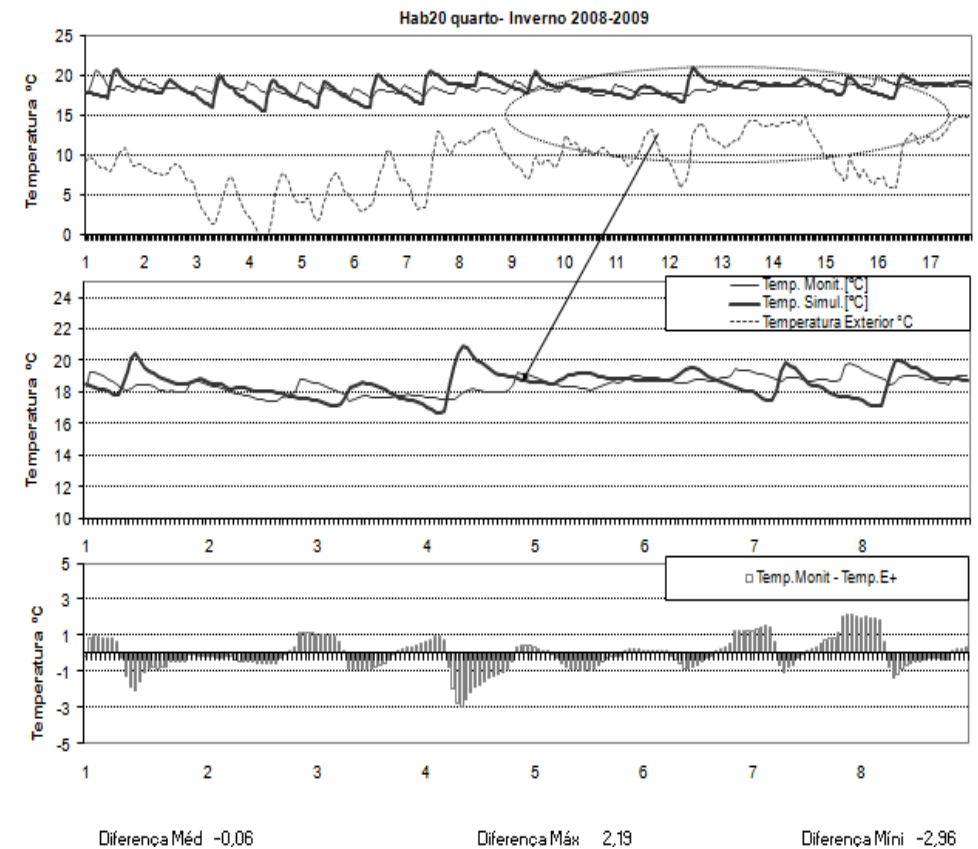
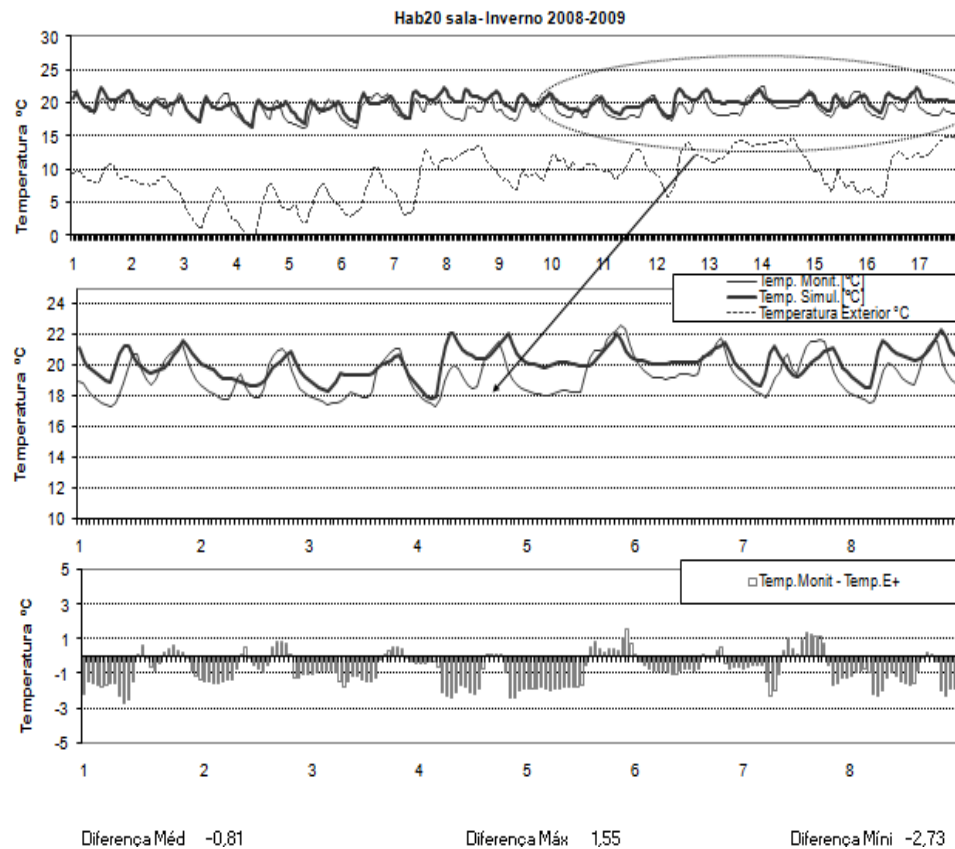
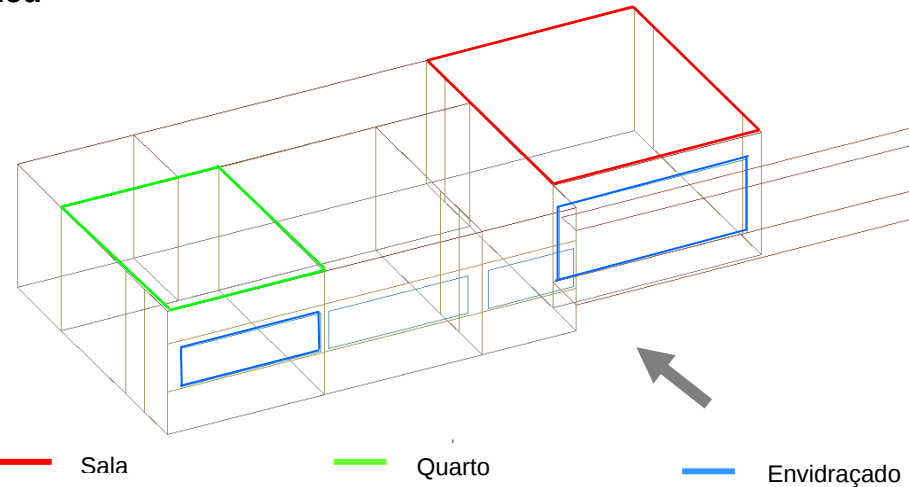
Quarto

Envidraçado



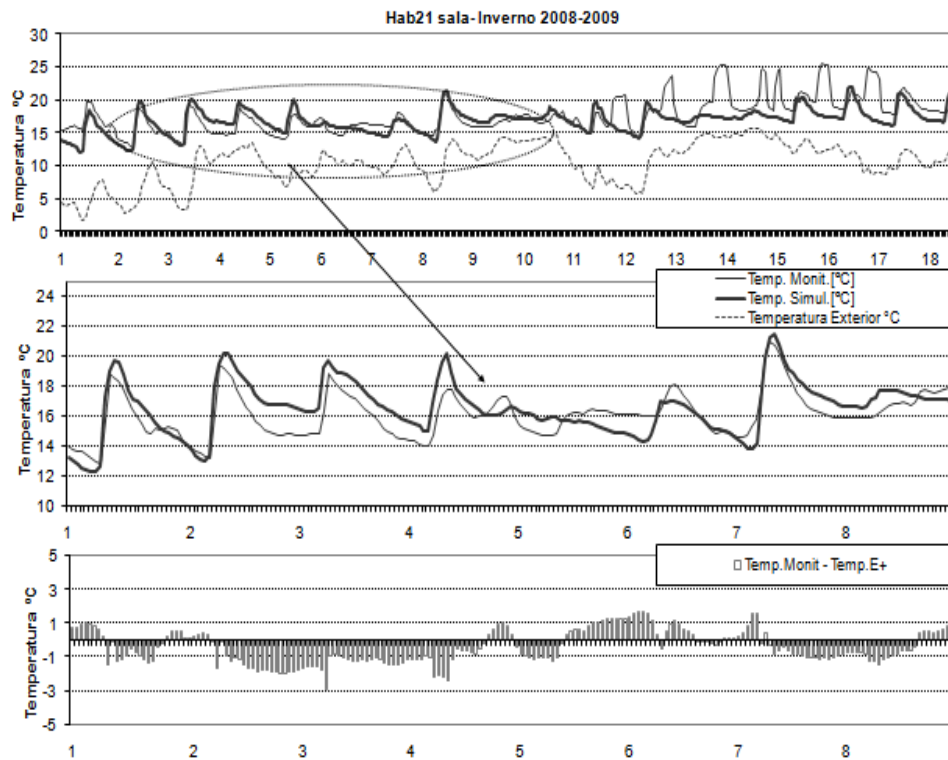
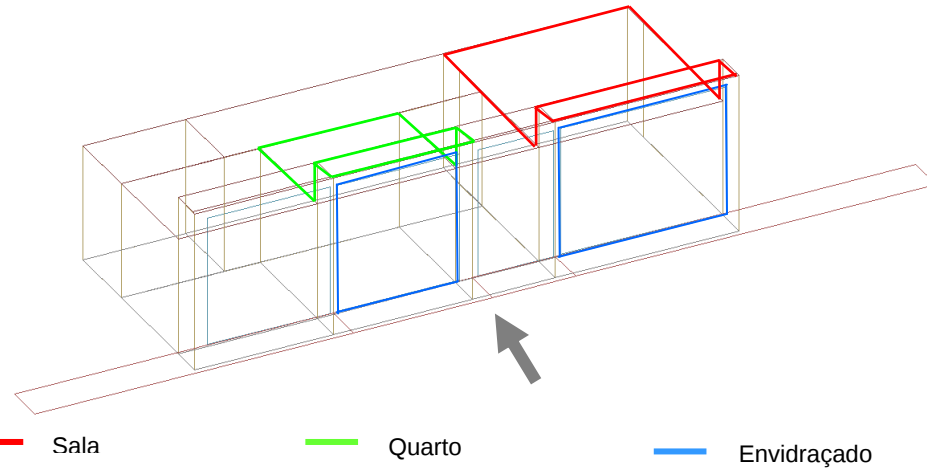
Hab20 Edifício Jd. São Bartolomeu Inverno

	Habitação 20		
	Hab20	Sala	Qt
A pav (m ²)	90.10	26.79	17.15
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m ³)	238.77	70.99	45.45
Afach total ext (m ²)	39.75	12.46	9.28
Apavto ext (m ²)			
Acobertura ext (m ²)			
Aenvidr total (m ²)	16.97	8.51	3.23
	0.43	0.68	0.35
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 46%	(Obs: 68%	(Obs: 35%
envidraçada	Este)	Este)	Este)
Aenvidr/Apav (%)	0.19	0.32	0.19
Aenvidr/Vol	0.07	0.12	0.07
Aenvolv/Vol (FF)	0.17	0.18	0.20



Hab21 Edifício Jd. São Bartolomeu Inverno

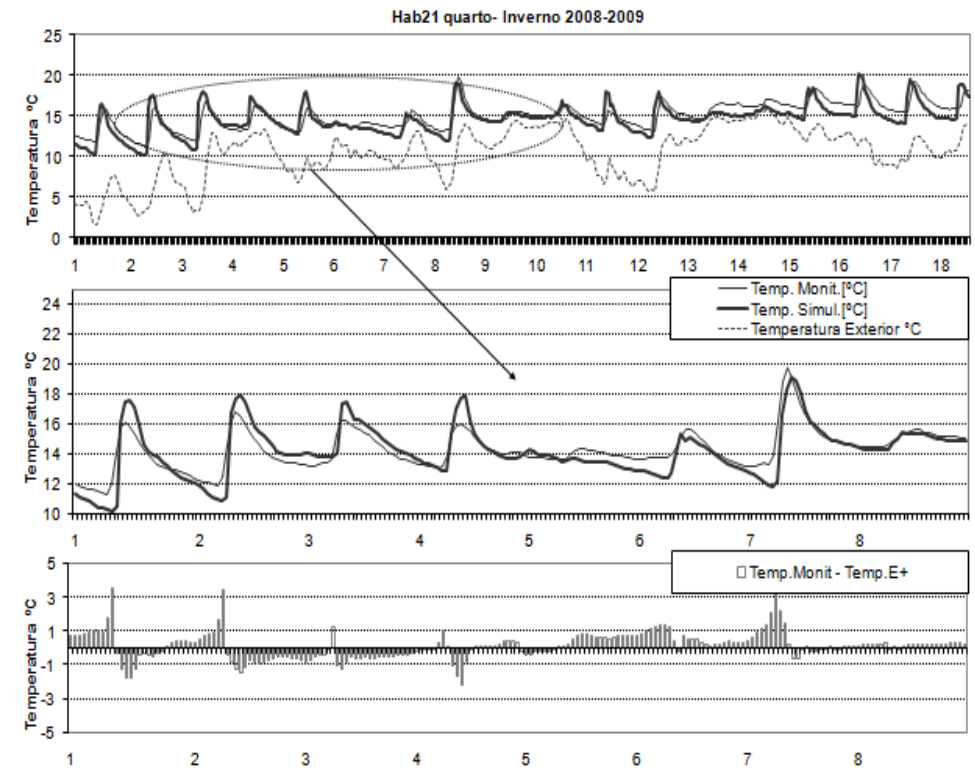
	Habitação 21		
	Hab21	Sala	Qt
A pav (m²)	79.87	26.79	13.30
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	226.78	76.07	39.03
Áfach total ext (m²)	56.00	18.80	14.00
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	93.87	31.49	16.80
Aenvidr total (m²)	48.60	16.56	12.24
	0.87	0.88	0.87
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 87%	(Obs: 88%	(Obs: 87%
envidraçada	Este)	Este)	Este)
Aenvidr/Apav (%)	0.61	0.62	0.92
Aenvidr/Vol	0.21	0.22	0.31
Aenvolv/Vol (FF)	0.66	0.66	0.79



Diferença Méd -0,44

Diferença Máx 1,68

Diferença Mini -2,91



Diferença Méd 0,12

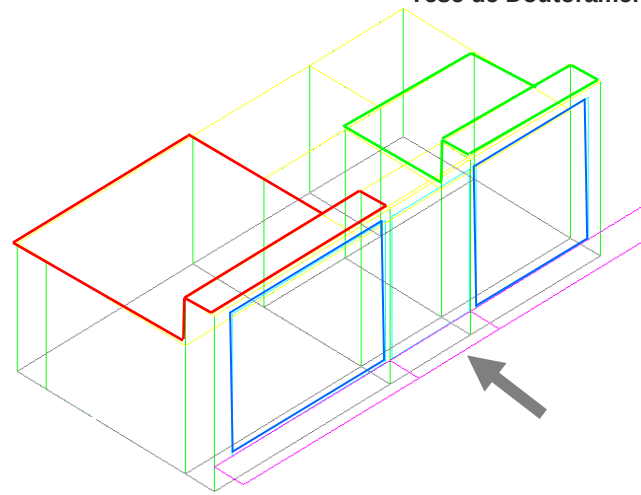
Diferença Máx 4,03

Diferença Mini -2,20

Hab22 Edifício Jd. São Bartolomeu

Inverno

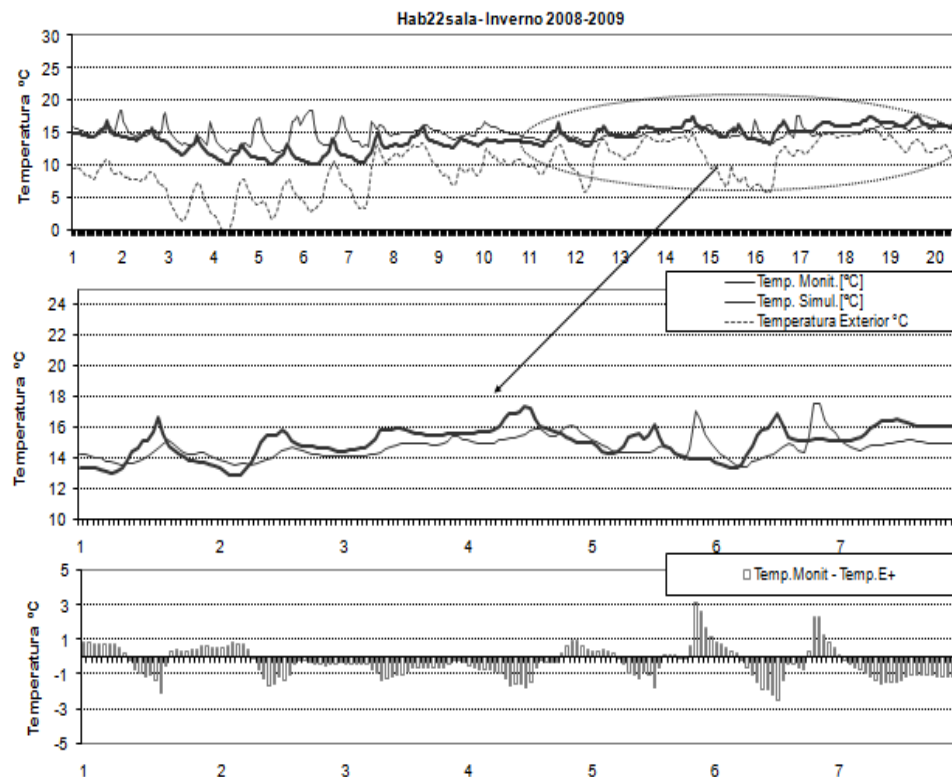
	Habitação 22		
	Hab22	Sala	Qt
A pav (m²)	63.65	27.65	13.32
Pé Direito Médio (m)	2.65	2.65	2.65
Volume (m³)	180.49	78.50	39.19
Afach total ext (m²)	58.91	34.51	14.40
Apavto ext (m²)			
Acobertura ext (m²)	10.95	32.50	16.92
Aenvidr total (m²)	38.34	17.10	12.60
	0.65	0.50	0.88
Aenvidr/ fachada total			
(%) - % Face Exposta	(Obs: 88%	(Obs: 88%	(Obs: 88%
envidraçada	Oeste)	Oeste)	Oeste)
Aenvidr/Apav (%)	0.60	0.62	0.95
Aenvidr/Vol	0.21	0.22	0.32
Aenvolv/Vol (FF)	0.39	0.85	0.80



Sala

Quarto

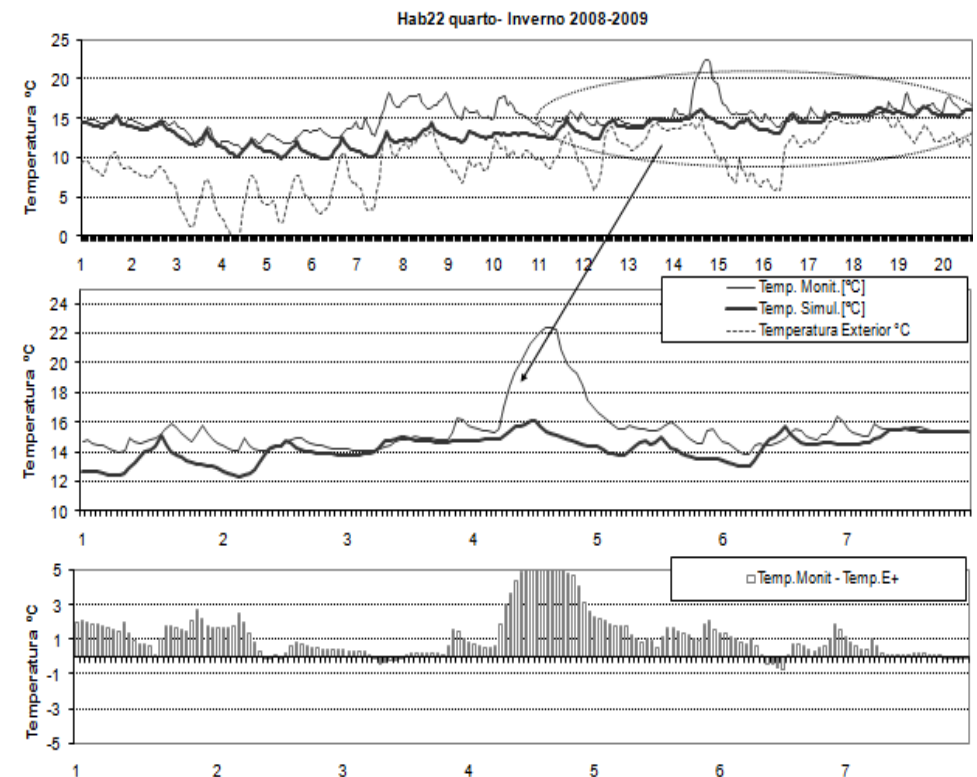
Envidraçado



Diferença Méd -0,37

Diferença Máx 3,16

Diferença Mini -2,47



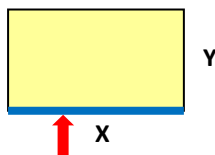
Diferença Méd 1,25

Diferença Máx 7,22

Diferença Mini -0,77

3.1.4 Características Comuns as Unidades da Amostra

Modelo 1 (1 face exposta)

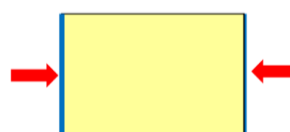


Pertejo T2 100m ²	Alc. Rio T2 105m ²	⇒ 100m ²
JSB T2 80m ²	JSB T1 65m ²	

Pertejo T2 35m ²	Alc. Rio T2 30m ²	⇒ 30m ²
JSB T2 27m ²	JSB T1 28m ²	

Pertejo T2 15,5m ²	Alc. Rio T2 13m ²	⇒ 13,5m ²
JSB T2 13,3m ²	JSB T1 13,3m ²	

Modelo 2 (2 faces expostas)



JSB (S/N Inter.) T3 130m ²	JSB (S/N Cober.) T3/T4 130/145m ²	⇒ 125m ²
JSB (E/O Inter.) T2 105m ²	JSB (E/O Cober.) T2 105m ²	

JSB (S/N Inter.) T3 35m ²	JSB (S/N Cober.) T3/T4 35m ²	⇒ 30m ²
JSB (E/O Inter.) T2 27m ²	JSB (E/O Cober.) T2 27m ²	

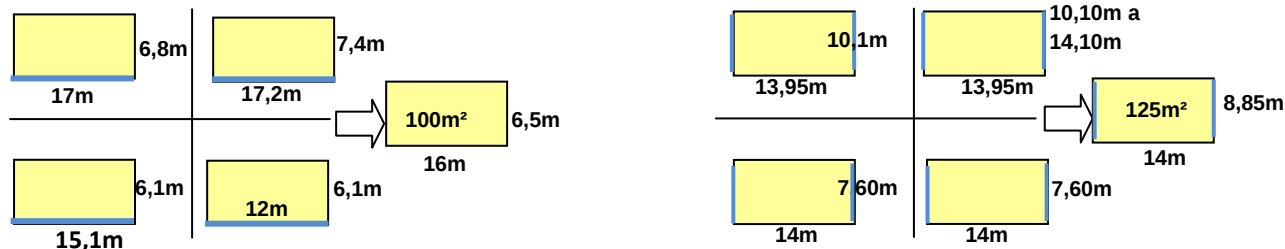
JSB (S/N Inter.) T3 14m ²	JSB (S/N Cober.) T3/T4 14m ²	⇒ 15m ²
JSB (E/O Inter.) T2 16m ²	JSB (E/O Cober.) T2 16m ²	

Área de Pavimento Unidades

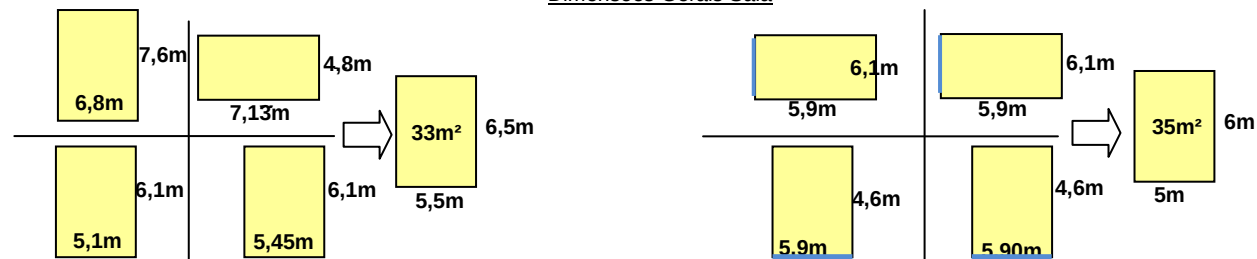
Área de Pavimento Sala

Área de Pavimento Quarto

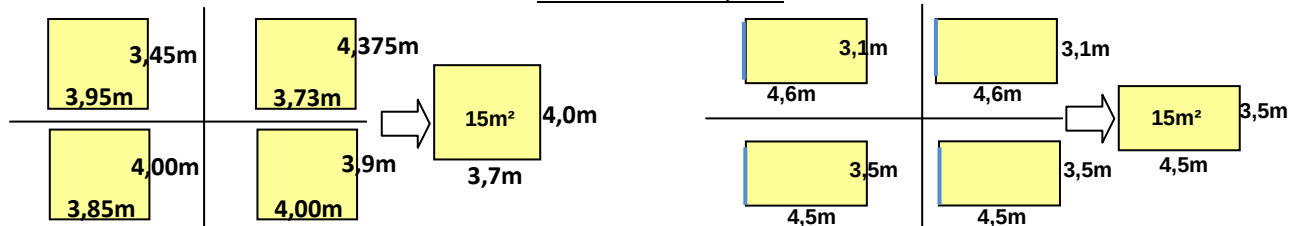
Dimensões Gerais Unidades



Dimensões Gerais Sala



Dimensões Gerais Quarto



A área de pavimento nas diferentes fracções observadas (amostra inicial) foi de aproximadamente 100m²; enquanto a área dos ambientes sala foram de ≈35m² e dos ambientes quarto 15m².

<u>Área de Envidraçado/Área de Fachada(Ambientes Unidades)</u>			
Pertejo T2 75%-85%	Alc. Rio T2 40%-81%		80%
JSB T2 70%.87%	JSB T1 70%. 87%		
JSB (S/N Inter.) T3 85% Sul, 35% N JSB (E/O Inter.) T2 65% O, 65% E	JSB (S/N Cober.) T3/T4 90% Sul, 35% N JSB (E/O Cober.) T2 90% O, 90% E		35% 65% 80%-90%

Obs: 1-) A área de envidraçado nos diferentes ambientes/fracções observados, variaram entre 40%-90% da área da fachada; entretanto para a maior parte destes correspondem a 65%-80% da área da fachada em que estão inseridos.

<u>Área de Envidraçado/Área de Pavimento(Ambientes Unidades)</u>			
Pertejo T2 32%	Alc. Rio T2 25%-32%		20% 30%
JSB T2: 20%, 30%, 61%, 90%	JSB T1: 31%, 50%, 60%, 95%		
JSB (S/N Inter.) T3 31% Sul, 20% N JSB (E/O Inter.) T2 30% O, 40% E	JSB (S/N Cober.) T3/T4 60% Sul, 20% N JSB (E/O Cober.) T2 60% O, 80% E		20% 30%/40% 60%-80%

1º) Apav = 16 x 6,5 = 104m²
A vidro = 30% de 105m² = 31,5m²
2º) A fach (int) = 15,4 (Paredelnt) x 2,6 (Pdm) = 40m²
A vidro = 80% de 40m² = 32 m² (área envidraçado)
32m² ÷ 2,6m = 12,3m (largura envidraçado)
3º) Dim vidro adoptada = 12,5 x 2,6m
A vidro final = 32,5m²

1º) Apav = 7 x 8,85 = 62m²
A vidro = 30% de 62m² = 18,5m²
2º) A fach (int) = 8,05 (Paredelnt) x 2,6 (Pdm) = 21m²
A vidro = 80% de 21m² = 17 m² (área envidraçado)
17m² ÷ 2,6m = 6,5m (largura envidraçado)
3º) Dim.vidro adoptada = 6,5 x 2,6m
A vidro final = 17m²

Obs: 1-) é considerado uma diferença de 0,40m entre as medidas externas e internas das zonas (reservando uma margem que considera as espessura dos elementos constituintes da envolvente do tipo lajes e paredes – diferença variável nas diferentes fracções amostra). 2-) De modo geral a área de envidraçado nos diferentes ambientes/fracções observados, correspondem a 30%-40% da área de pavimento

<u>Pé Direito Médio Interior- Pdm (Unidades)</u>			
Pertejo Int. 2,60 m Ext. 3,36m	Alc. Rio Int. 2,60 m Ext. 3,4/3,5m		Int. 2,60 m Ext. 3,35m
JSB Int. 2,65 m Ext. 3,1/3,3m	JSB Int. 2,65 m Ext. 3,1/3,3m		
JSB (S/N Inter.) T3 Int. 2,65m	JSB (S/N Cober.) T3/T4 Cob. 3,1/3,3m		Int. 2,60 m* Ext. 3,35m*
JSB (E/O Inter.) T2 Int. 2,65m	JSB (E/O Cober.) T2 Cob. 3,1/3,3m		

*Adoptar o mesmo Modelo1

Obs: Int. corresponde a medida interna sem contar a espessura das lajes, enquanto Ext. considera a espessura das lajes!
2-) O Pé-direito (medida interior) nos diferentes ambientes/fracções observados variaram entre 2,50m (Ed. Navitejo) e 2,65m (Ed. Jd São Bartolomeu); ou seja um pé direito médio de 2,60m. Medida exterior de 3,35m considerando as espessuras dos pavimentos (praticamente 0,40m de espessura em cada laje).

<u>Dimensões Palas (Unidades)</u>			
Pertejo sup=1,10m inf= 1,10m	Alc. Rio sup=0,60m inf= 0,60m		0,60m* 0,90m*
JSB (Inter.) sup=0,65m inf= 0,90m	JSB (Cober.) sup= sem pala inf= 0,90m		
JSB (S/N Inter.) T3 ;sup=0,65m inf= 0,90m	JSB (S/N Cober.) T3/T4 ; sup= sem pala inf= 0,90m		0,65m* 0,90m*
JSB (E/O Inter.) T2 ; sup=0,65m inf= 0,90m	JSB (E/O Cober.) T2 ; sup= sem pala inf= 0,90m		

*Adoptar de acordo cada solução (variável).

A largura das palas horizontais nas diferentes fracções observadas (amostra inicial) variaram entre 0,60m e 1,10m; ou seja de modo geral uma largura de aproximadamente 1,00m.

		<u>Tipo de Vidro (Unidades)</u>	
Pertejo	Alc. Rio	JSB (S/N; E/O; E; O)	JSB (S/N; E/O; E; O)
Dpl. Incolor	Dpl. Incolor	E; O)	Cobertura
6+(10)+6	6+(12)+8	Intermédio	T1/T2/T3/T4
JSB (Inter.)	JSB (Cober.)	T1/T2/T3	Dpl. Reflect
Dpl. Incolor	Dpl. Reflect	Dpl. Incolor	6+(15)+6
4+(12)+4	6+(15)+6	4+(12)+4	- KN155 SGG (E-O)
	- KN155 SGG (E-O)		- KS147 SGG (Sul)
	- KS147 SGG (Sul)		

- Duplo Incolor
- Adoptar de acordo
cada solução

- Duplo Incolor
- Adoptar de acordo
cada solução

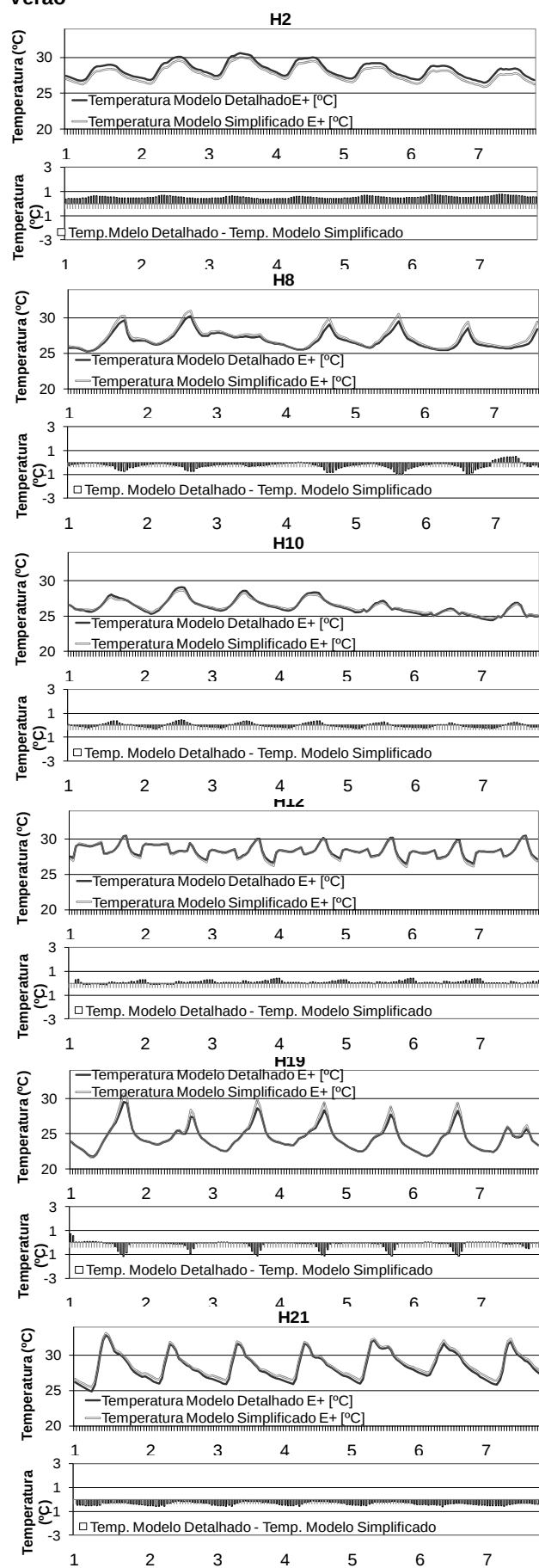
*Adoptar de acordo cada solução (variável).

O vidro mais comum nas diferentes fracções observadas (amostra inicial) foi o vidro duplo incolor; entretanto presenciou-se outros nas fracções localizadas na cobertura dos e edifícios do conjunto Jardins de São Bartolomeu.

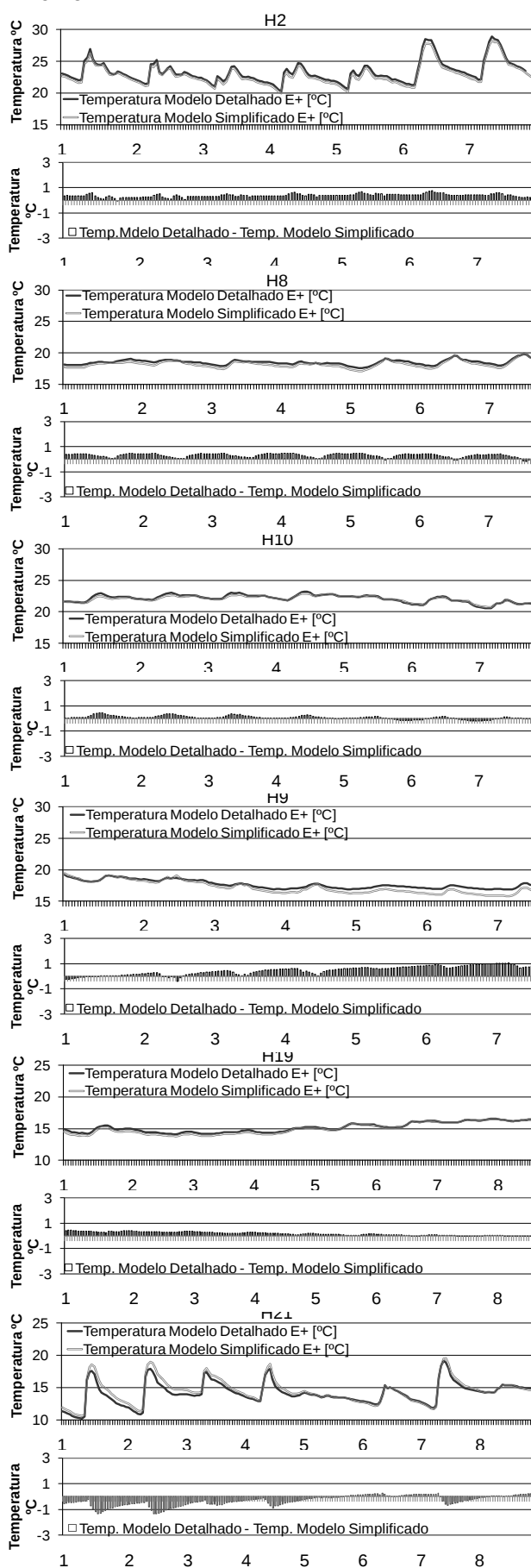
3.1.5 Calibração-2 Modelos Simplificados com Modelos Detalhados – Modelos 1 e 2

A seguir é apresentado um conjunto de gráficos, os quais ilustram os resultados obtidos com os modelos simplificados e detalhados com uma única face exposta (Modelo 1) e com duas faces expostas opostas (Modelo 2), tanto na estação quente como na estação fria; de forma a se poder verificar e comparar resultados; bem como observar o grau de aproximação entre estes.

Modelo 1 Verão

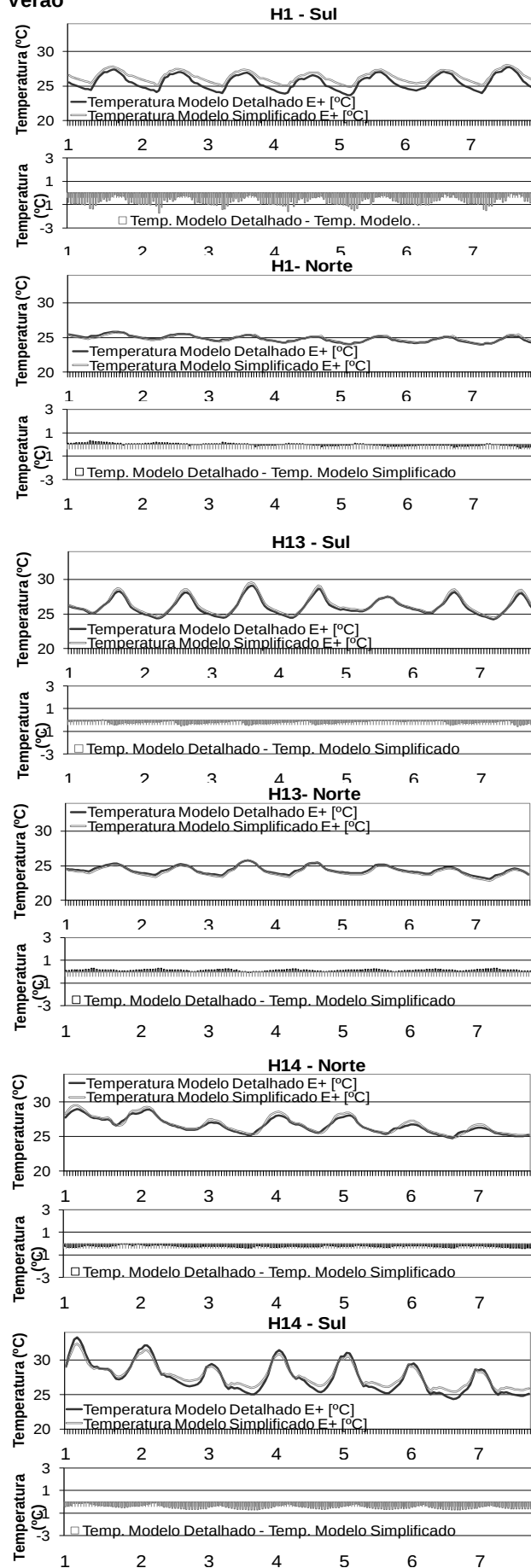


Inverno

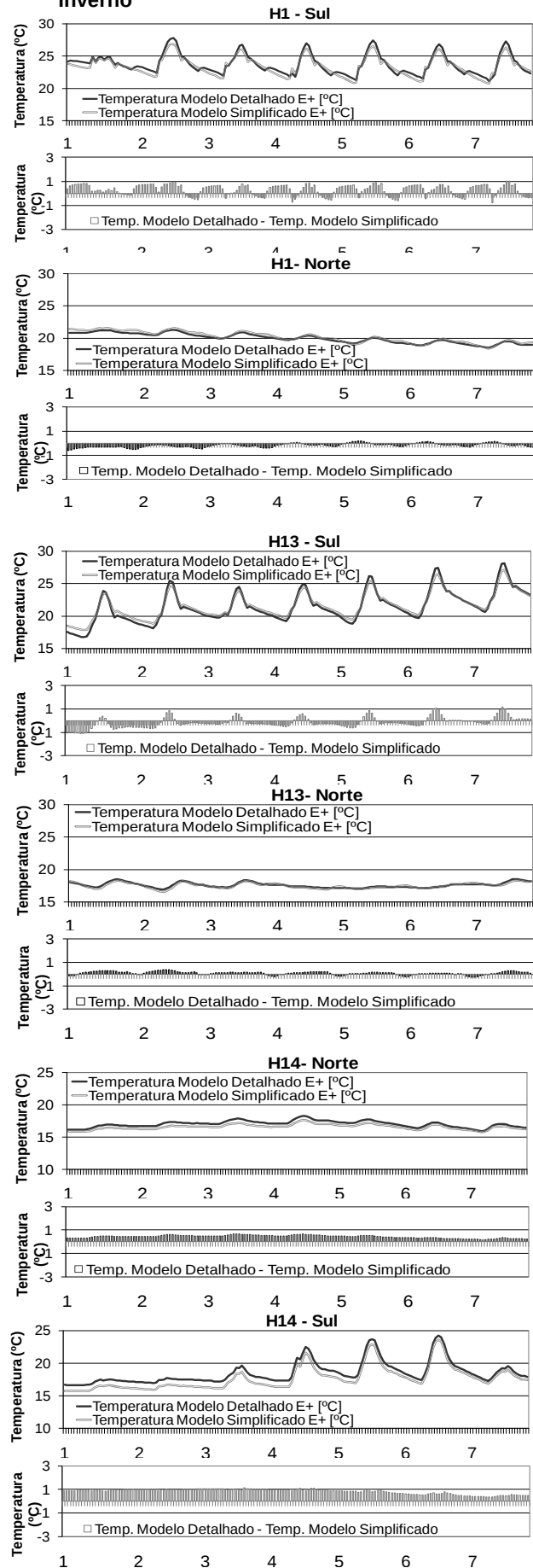


Modelo 2

Verão

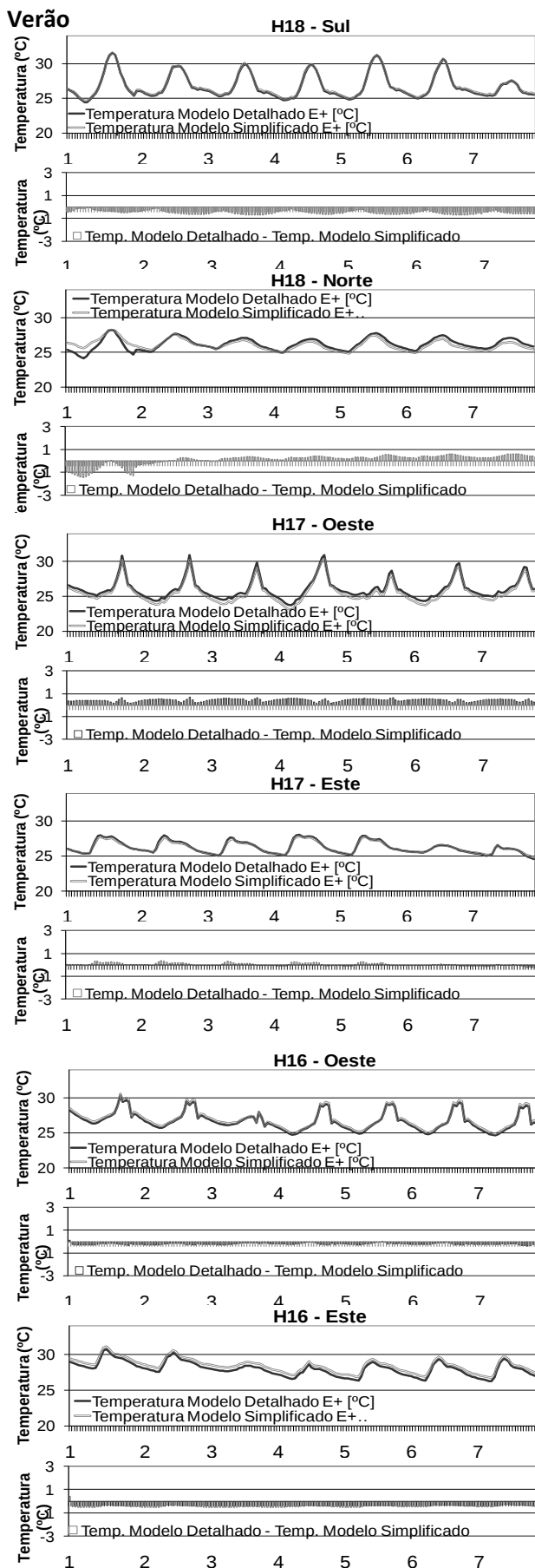


Inverno

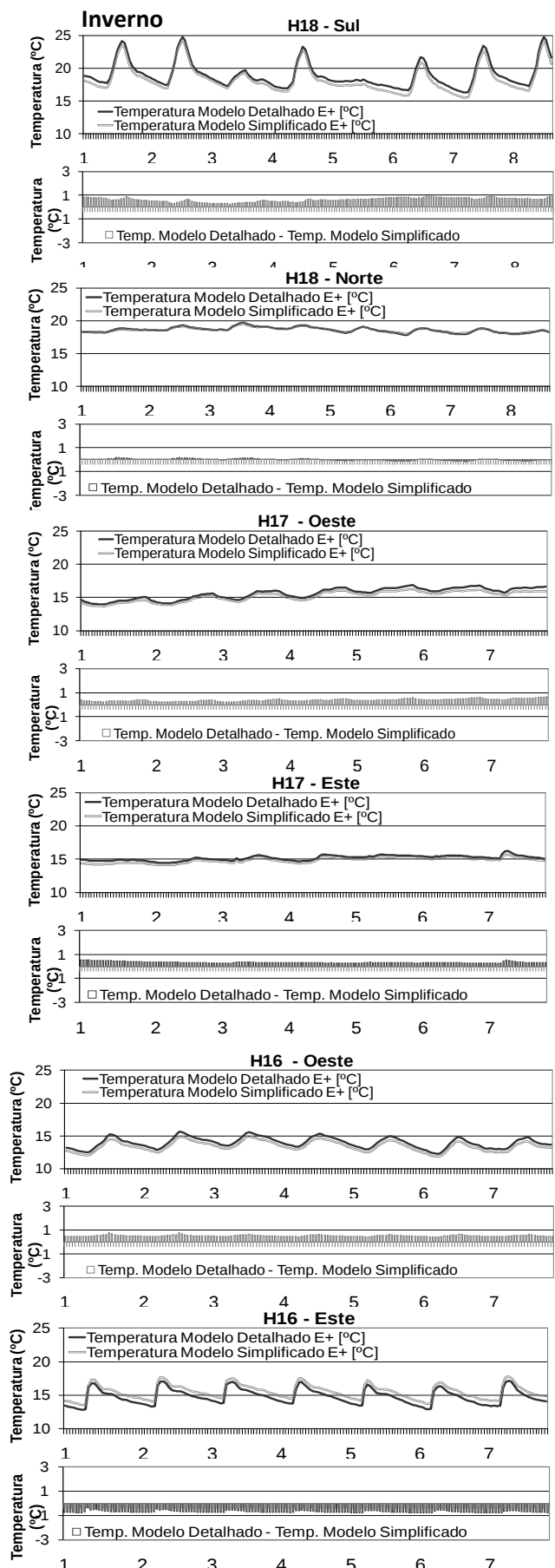


Modelo 2 Continuação

Verão



Inverno



3.1.6 Calibração-3

Neste Anexo 3.1 segue a verificação do desempenho Térmico do Modelo 1 e do Modelo 2 mediante a alteração de diferentes parâmetros

Os modelos adoptados são: H2/Hab2 correspondentes ao Modelo Detalhado e Simplificado 1 e, H13/Hab13 correspondendo ao modelo Detalhado e Simplificado 2.

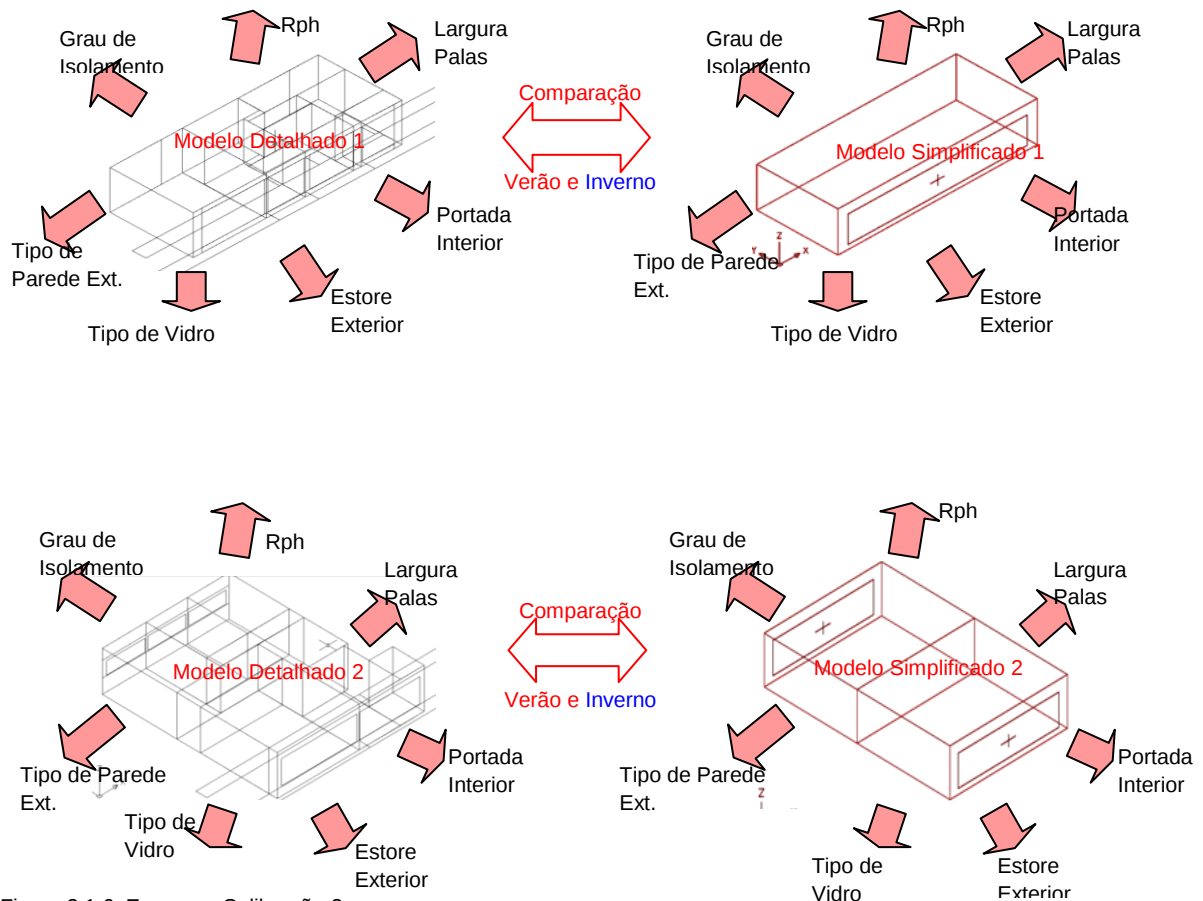


Figura 3.1.6: Esquema Calibração-3.

3.1.6.1 Variações Paramétricas Calibração 3 - Modelo 1 na Estação de Arrefecimento (Verão)

Variações Paramétricas Modelo Detalhado

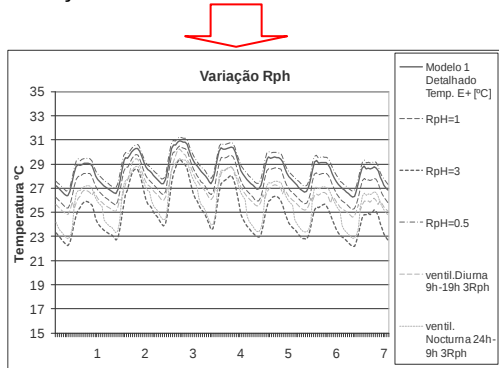


Figura 3.1.6-1: Gráfico Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Detalhado 1 (Verão).

Variações Paramétricas Modelo Simplificado

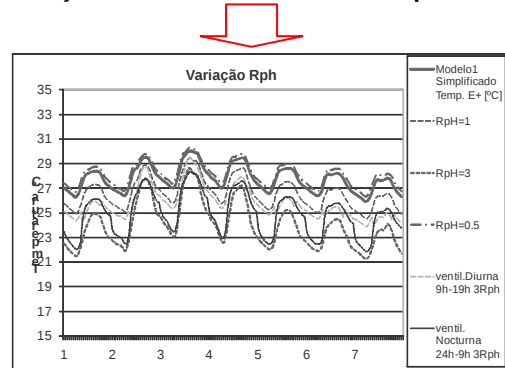


Figura 3.1.6-2: Gráfico Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Simplificado 1 (Verão).

Observando as diversas variações efectuadas nos modelos, detalhado e simplificado, relativamente à taxa de ventilação natural (entre $Rph = 0.5$ e $Rph = 3$), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 5°C no período nocturno e de $3,5^{\circ}\text{C}$ no período diurno. Os melhores resultados foram obtidos para as maiores taxas de ventilação (tanto de dia como de noite); as curvas de temperatura relativas a ventilação nocturna apresentaram melhores resultados. Relativamente às condições interiores durante o período diurno o aumento da taxa de ventilação nem sempre conduz a valores mais elevados de temperatura do ar interior, pode também, dependente das condições climáticas exteriores, dar origem a uma diminuição das temperaturas no interior. Porém, em dias de céu limpo e temperaturas exteriores elevadas é estrategicamente mais benéfico manter as janelas fechadas (menor promoção da ventilação natural durante o dia).

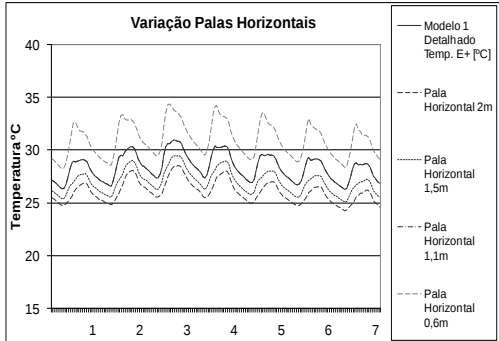


Figura 3.1.6-3: Gráfico Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Detalhado 1 (Verão).

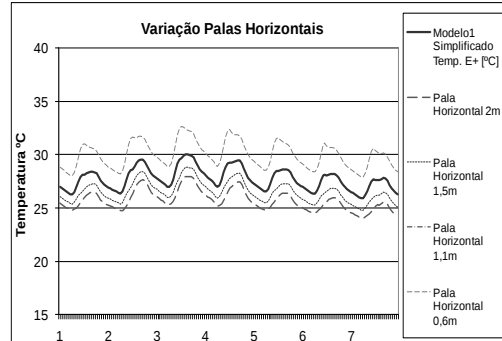


Figura 3.1.6-4: Gráfico Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Simplificado 1 (Verão).

Relativamente à largura das palas horizontais, para as dimensões anteriormente especificadas, resultados podem, no período diurno (período de maior exposição à radiação solar), originar grandes diferenças nos valores da temperatura interior, sendo de 5°C com palas entre $0,60\text{ m}$ e $2,00\text{ m}$. Podendo este ser um elemento decisivo nas condições interiores de temperatura de unidades habitacionais como esta, pois verifica-se através destes gráficos que; quando com palas de menor dimensão, as temperaturas para a unidade adoptada como exemplo estiveram acima dos 30°C , enquanto com palas superiores a $1,1\text{ m}$ de largura obtiveram-se temperaturas inferiores a 27°C . Uma pala horizontal a Sul revela-se uma opção arquitectónica com particular relevância no estabelecimento de condições de conforto térmico no Verão.

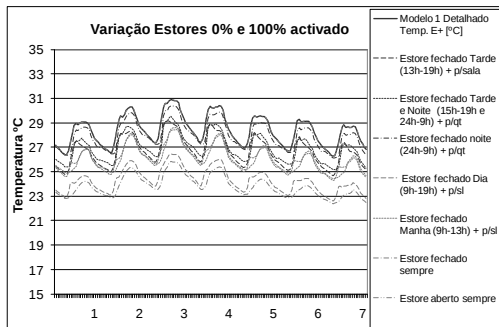


Figura 3.1.6-5: Gráfico Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Detalhado 1 (Verão).

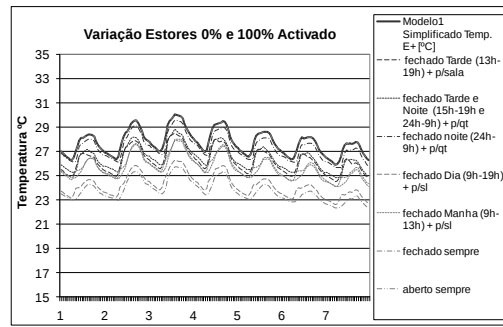


Figura 3.1.6-6: Gráfico Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Simplificado 1 (Verão).

As variações paramétricas ao nível dos estores exteriores (sem estore até à situação de estore 100% accionado durante 24 horas diárias), conduzem a diferenças de 5°C. Os melhores resultados foram obtidos com o estore accionado, para as diferentes estratégias descritas, sempre durante o período diurno. A ausência de estores poderá conduzir a situações de sobreaquecimento ou quando accionado somente no período nocturno (esta última situação muito frequente e presenciada nos ambientes do tipo quarto).

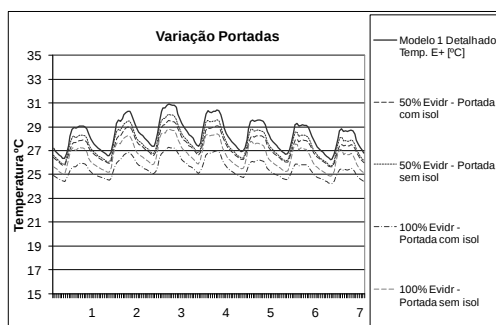


Figura 3.1.3-7: Gráfico Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Detalhado 1 (Verão).

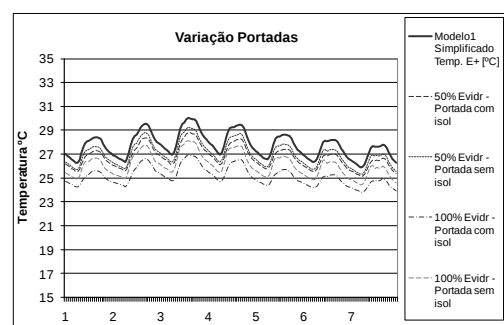


Figura 3.1.6-8: Gráfico Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Simplificado 1 (Verão).

Nas variações relativas às portadas interiores (sem portada, portada 100% accionado 24 horas, sem e com isolamento térmico de 20 mm de espessura), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 3°C. Os resultados mais favoráveis foram obtidos com portada accionada a 100% durante as 24 horas do dia, e com aplicação de material isolante, enquanto os valores mais elevados da temperatura (menos favoráveis) foram obtidos na ausência deste dispositivo ou quando é accionado somente a 50% e sem material isolante agregado, registando-se uma diferença de temperatura de aproximadamente 1°C.

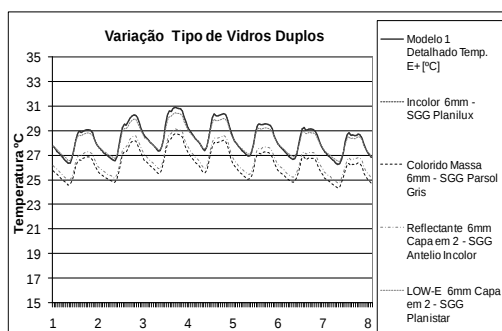


Figura 3.1.6-9: Gráfico Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Detalhado 1 (Verão).

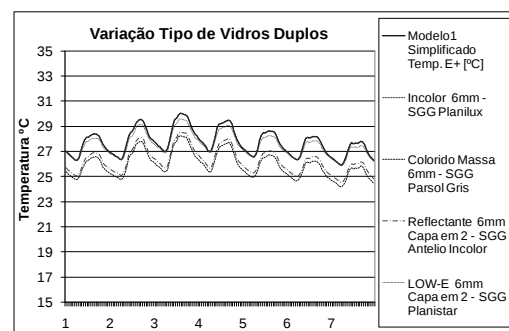


Figura 3.1.6-10: Gráfico Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Simplificado 1 (Verão).

Na análise que incidiu ao nível do tipo de vidro das janelas (vidro duplo incolor e outros vidros duplos anteriormente descritos), verificou-se uma diferença nos valores de temperatura interior até 2°C.

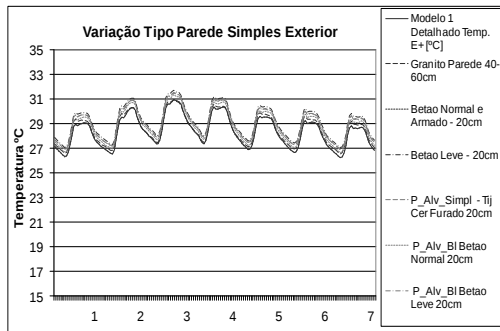


Figura 3.1.6-11: Gráfico Variação do Tipo de Parede Exterior no Modelo Detalhado 1 (Verão).

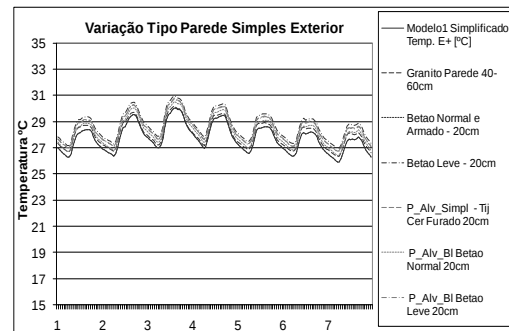


Figura 3.1.6-12: Gráfico Variação do Tipo de Parede Exterior no Modelo Simplificado 1 (Verão).

Comparação
Verão

Observando as diversas variações efectuadas nos modelos, detalhado e simplificado, relativamente aos tipos de materiais das paredes exteriores (granito, betão e alvenaria), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 1°C.

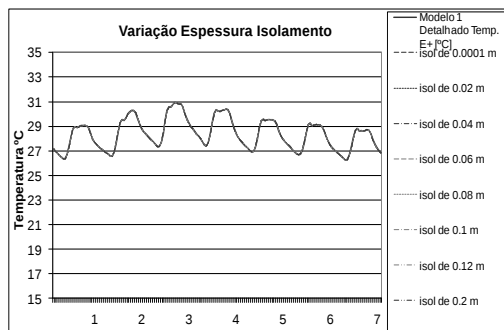


Figura 3.1.6-13: Gráfico Variação da Espessura do Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Detalhado 1 (Verão).

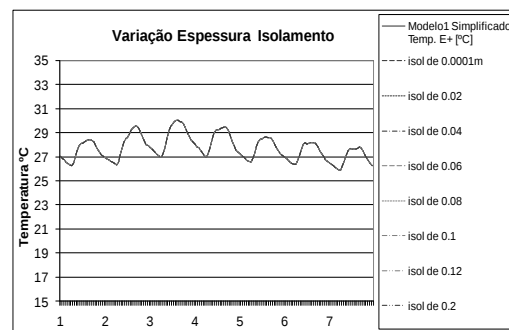


Figura 3.1.6-14: Gráfico Variação da Espessura do Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Simplificado 1 (Verão).

Comparação
Verão

Observando as diferentes variações efectuadas nos modelos, detalhado e simplificado, relativamente ao grau de isolamento presente na envolvente exterior praticamente não se verificam diferenças nos valores horários da temperatura do ar interior. Esta situação deve-se ao facto de a unidade adoptada como exemplo encontrar-se em andar intermédio (sem cobertura e pavimento exteriores); e aproximadamente 80% da fachada em contacto com o exterior é envidraçada; portanto a área de elementos opacos é comparativamente reduzida relativamente à área envidraçada. Para valores percentuais menores de área de janela em função da área de fachada o aumento da espessura do isolamento térmico iria ser mais evidente. Porém, importa acentuar que o aumento do grau de isolamento (espessura material isolante) em unidades/edifícios com características semelhantes ao do caso de estudo poderá não resultar em melhores condições interiores de temperatura e num melhor desempenho térmico.

3.1.6.2 Variações Paramétricas Calibração3 - Modelo 1 na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ao longo da estação fria (Inverno) existe, normalmente, a tendência dos utentes manterem as janelas de suas habitações fechadas (ou pelo menos na maior parte do tempo) tendo sido utilizadas, nesta análise de sensibilidade, dois valores para a taxa de renovação de ar (0, 5 e 1 Rph). Apesar de o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-lei n.º 80 de 2006, explicitar que, por forma a garantir a qualidade do ar interior, se deve ter uma taxa de renovação de ar mínima igual a 0,6 Rph, utilizou-se o valor de 0,5 Rph por ter sido este o valor identificado na Fase de Calibração-1, com base nas monitorizações.

Variações Paramétricas Modelo Detalhado

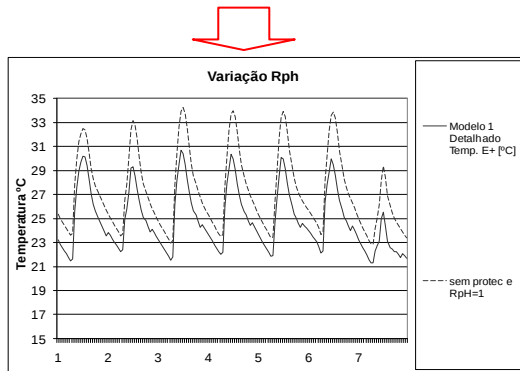


Figura 3.1.6-15: Gráfico Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Detalhado 1 (Inverno).

Variações Paramétricas Modelo Simplificado

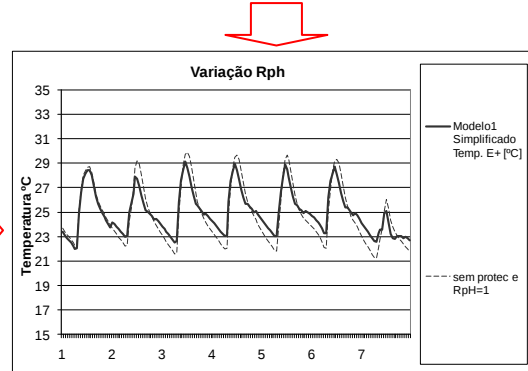


Figura 3.1.6-16: Gráfico Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Simplificado 1 (Inverno).

Impondo taxas de renovação de ar correspondentes aos valores tipificados para a ocorrência de ventilação natural e que traduzam o comportamento dos ocupantes no período de Inverno, optou-se assim, por simular nos modelos, detalhado e simplificado, taxas de ventilação natural entre 0.6 Rph (nas soluções de referência) e 1 Rph. A redução da taxa de renovação do ar, no Inverno, conduz a valores mais elevados da temperatura do ar interior que ascendem a 4,5°C, uma vez que menores taxas minimizam as perdas de calor. Desta forma, através dos gráficos anteriores fica evidenciado a influência expectável da infiltração nas condições interiores (comportamento térmico) em unidades habitacionais semelhantes.

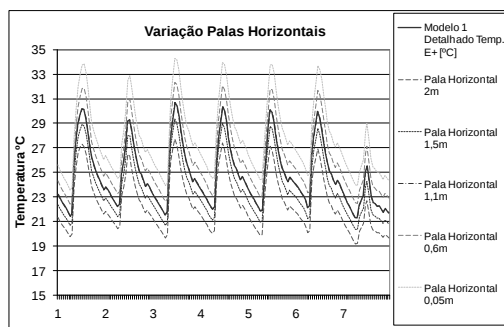


Figura 3.1.6-17: Gráfico Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Detalhado 1 (Inverno).

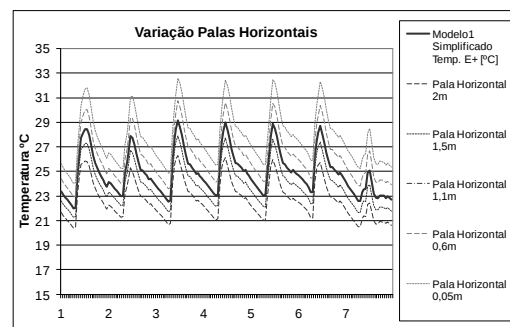


Figura 3.1.6-18: Gráfico Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Simplificado 1 (Inverno).

Observando as diversas variações efectuadas nos modelos, detalhado e simplificado, relativamente a largura das palas horizontais (de 0,05 m até palas com 2m de largura), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior até 6°C, principalmente no período diurno (período de maior exposição à radiação solar). Sendo que nesta estação do ano, os melhores resultados foram obtidos para as soluções que apresentam palas horizontais de menores dimensões (largura). Uma pala sobreposta a um vão envidraçado pode, pois ser um elemento decisivo no estabelecimento das condições interiores de temperatura de unidades habitacionais similares. A adopção deste elemento sombreador pode ser determinante no estabelecimento de potenciais situações de desconforto térmico. Importa, no entanto referir que, em climas como o de Portugal, com estações de aquecimento e de arrefecimento bem definidas, um adequado dimensionamento deste elemento arquitectónico de sombreamento deverá ser feito por forma a otimizar as condições interiores em ambos os períodos do ano.

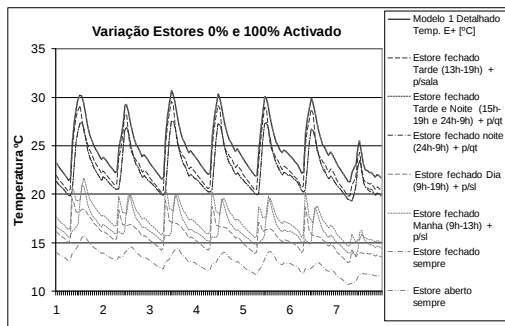


Figura 3.1.6-19: Gráfico Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Detalhado 1 (Inverno).

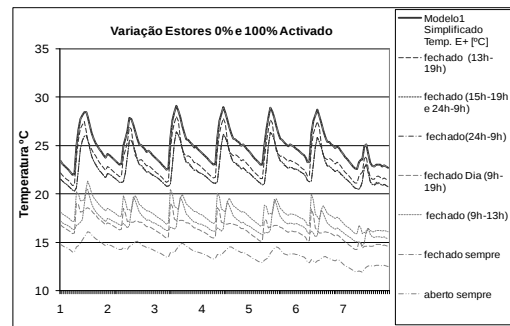


Figura 3.1.6-20: Gráfico Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Simplificado 1 (Inverno).

No que diz respeito o recurso a estores exteriores para as diferentes variações paramétricas, verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior que atingem valores de 14°C. De forma inversa ao que foi observado ao longo de estação quente; na estação fria os piores resultados foram obtidos com o estore accionado durante o dia ou com estore accionado 100% durante as 24 horas; enquanto os melhores resultados (curvas de temperatura mais elevadas) foram obtidas na ausência deste dispositivo e quando este accionado somente no período nocturno (esta última situação muito frequente e presenciada nos ambientes do tipo quarto). No Inverno, importa captar os ganhos solares através dos vãos envidraçados potenciando um aumento nos valores da temperatura do ar interior. Um simples janela, desde que bem dimensionada e orientada (quadrante sul) é designada, em termos de sistemas solares passivos, por sistema de ganho directo.

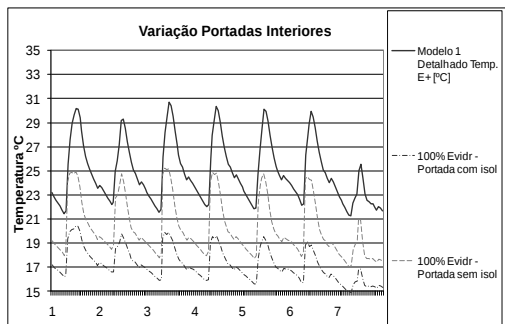


Figura 3.1.6-21: Gráfico Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Detalhado 1 (Inverno).

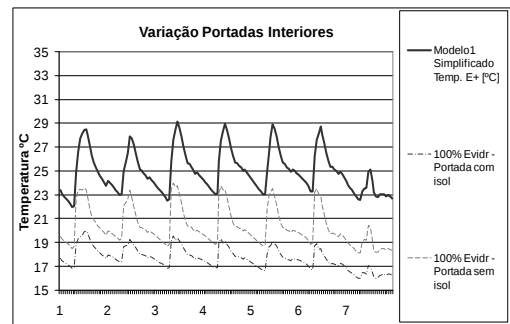


Figura 3.1.6-22: Gráfico Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Simplificado 1 (Inverno).

Observando as diversas variações efectuadas nos modelos relativamente às portadas interiores (sem portada a portada 100% accionado 24horas sem e com isolamento térmico de 20mm), constata-se uma diferença valores de temperatura interior que, nesta situação, pode atingir 10°C. A evolução da temperatura do ar interior, permite concluir que os menores valores correspondem à portada accionada a 100% durante 24 horas, e principalmente quando com a presença de material isolante. Os resultados mais favoráveis (curvas de temperatura mais elevadas) foram obtidos na ausência deste dispositivo.

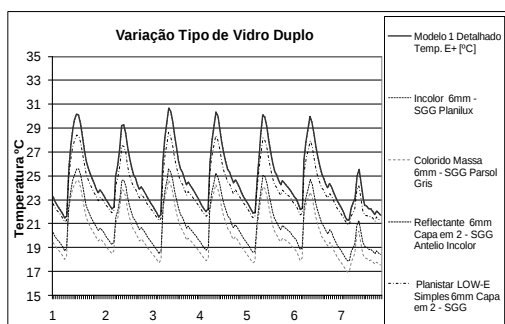


Figura 3.1.6-23: Gráfico Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Detalhado 1 (Inverno).

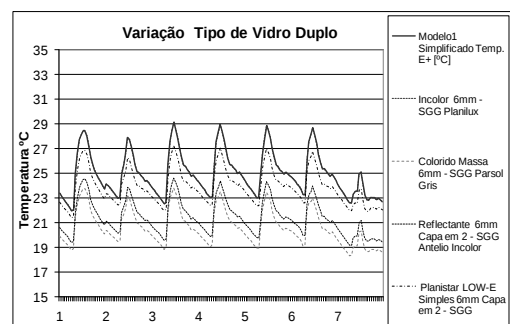


Figura 3.1.6-24: Gráfico Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Simplificado 1 (Inverno).

As variações paramétricas nos dois modelos em termos do tipo de vidro: vidros duplos, permitem observar uma diferença entre os resultados de temperatura interior até 4°C. Tendo em conta as diferentes soluções de

vidro parametrizadas, os resultados mais favoráveis (em termos de temperatura interior e desempenho térmico – situação de Inverno) foram obtidos com vidro duplo incolor e o vidro duplo baixa emissividade.

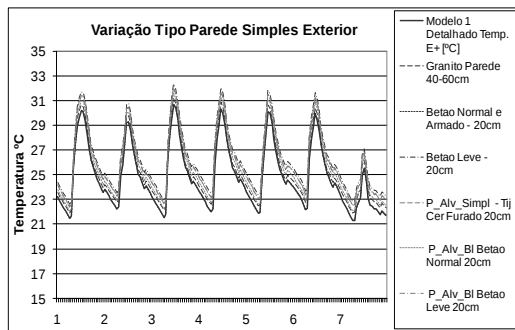


Figura 3.1.6-25: Gráfico Variação do Tipo de Parede Exterior no Modelo Detalhado 1 (Inverno).

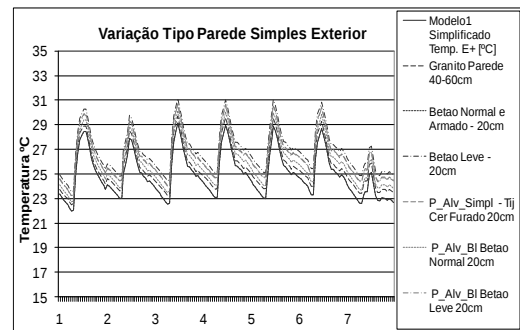


Figura 3.1.6-26: Gráfico Variação do Tipo de Parede Exterior Modelo Simplificado 1 (Inverno).

No Inverno, a aplicação de diferentes tipos de materiais de parede: granito, betão, alvenaria com características térmicas obtidas com base nas publicações do LNEC traduzem-se em diferenças nos resultados de temperatura interior até 2°C, variação esta que põe em evidência a influência da massa térmica.

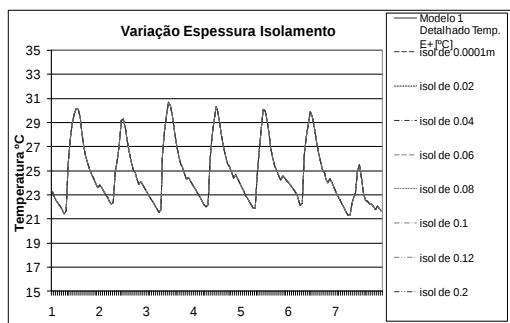


Figura 3.1.6-27: Gráfico Variação da Espessura do Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Detalhado 1 (Inverno).

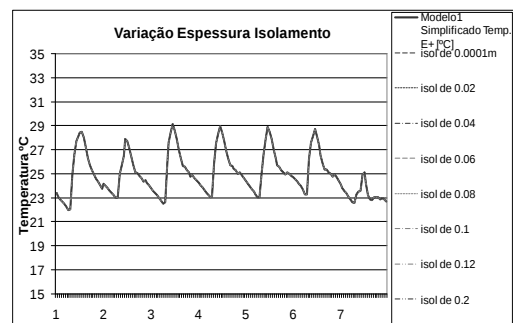


Figura 3.1.6-28: Gráfico Variação da Espessura do Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Simplificado 1 (Inverno).

Observando as diversas variações efectuadas nos modelos, relativamente ao grau de isolamento presente na envolvente exterior (de 0,0001m de espessura até 0,2 m), praticamente não se verifica diferença entre as diferentes curvas de temperatura interior. Porém, a unidade adoptada representa um andar intermédio (sem cobertura exposta); com 80% da fachada exterior envidraçada; portanto a área de elementos opacos é diminuta comparativamente com a área envidraçada, pelo que o aumento da espessura do material isolante em unidades/edifícios com características semelhantes ao do exemplo utilizado poderá não resultar em melhores condições interiores de temperatura e num melhor desempenho térmico.

3.1.6.3 Variações Paramétricas Calibração 3 - Modelo 2 na Estação de Arrefecimento (Verão)

De seguida apresentam-se os resultados obtidos para o modelo simplificado 2 na Estação de Arrefecimento.

Variações Paramétricas Modelo Detalhado

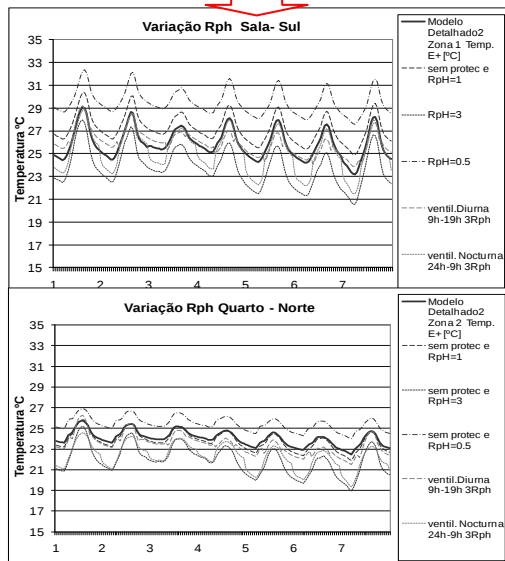


Figura 3.1.6-29: Gráficos Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Detalhado 2 (Verão).

Variações Paramétricas Modelo Simplificado

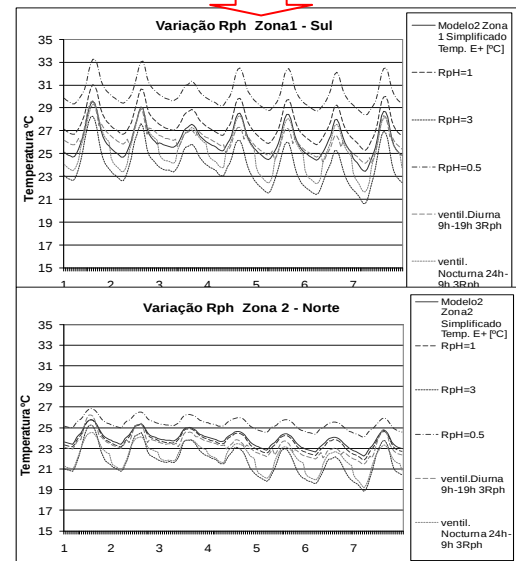


Figura 3.1.6-30: Gráficos Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Simplificado 2 (Verão).

Relativamente à variação da taxa de renovação de ar (entre Rph= 0.5 e Rph=3), verifica-se o efeito benéfico do aumento da taxa de ventilação no período noturno que conduz a uma diminuição dos valores da temperatura do ar interior que atinge 8°C para o ambiente orientado a Sul e 5 °C para o ambiente orientado a Norte, enquanto no período diurno as diferenças estimadas, para a mesma variação, atingem até 7°C a Sul e 3°C a Norte. Os resultados evidenciam o quanto a ventilação pode contribuir para o estabelecimento de melhores condições de conforto interior no Verão sendo para taxas de renovação de 3 Rph constante ao longo das 24 horas diárias os menores valores de temperatura ao longo de todo o período de simulação. Durante o período diurno, no período de Verão, são as soluções com menores taxas de ventilação que são passíveis de proporcionarem melhores condições interiores em termos de temperatura do ar interior. Lembrando que o ambiente orientado a Sul, da unidade habitacional Hab13 adoptada para este estudo, apresenta cerca de 70% da fachada exterior envidraçada; enquanto o ambiente orientado a Norte desta mesma unidade apresenta 35% da fachada envidraçada

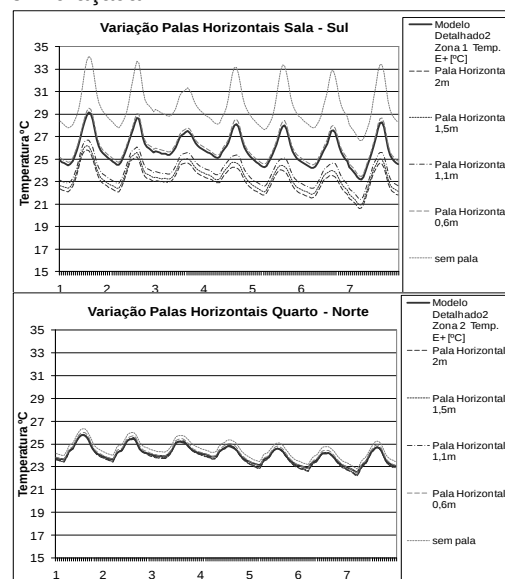


Figura 3.1.6-31: Gráficos Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Detalhado 2 (Verão).

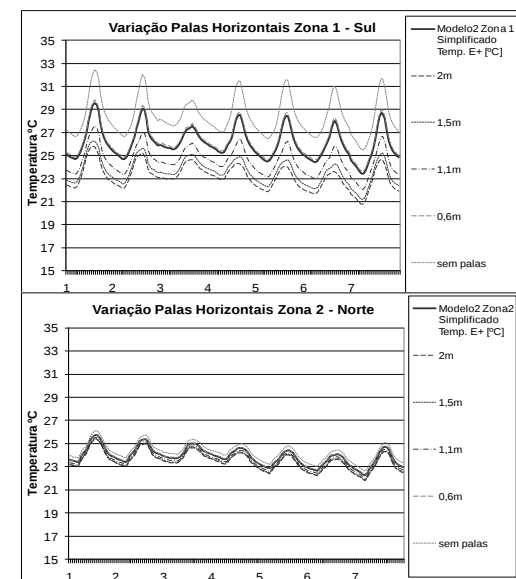


Figura 3.1.6-32: Gráficos Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Simplificado 2 (Verão).

No que diz respeito às variações efectuadas nos modelos, detalhado e simplificado, relativamente a largura das palas horizontais (da situação sem palas até palas com 2m de largura) os resultados das simulações conduzem a diferença nos valores da temperatura interior até 7°C, podendo pois ser um elemento decisivo nas condições interiores de temperatura em ambientes orientados a Sul. Já para o ambiente orientado a Norte, tal como expectável, a influência da existência ou não de palas é diminuta (variações na ordem de 0,5°C).

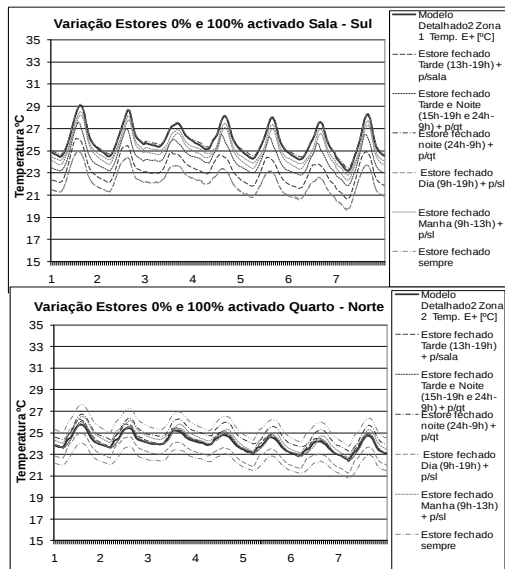


Figura 3.1.6-33: Gráficos Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Detalhado 2 (Verão).

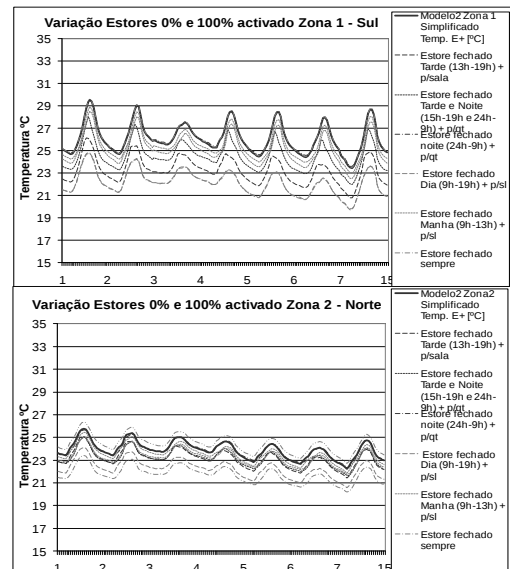


Figura 3.1.6-34: Gráficos Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Simplificado 2 (Verão).

Relativamente aos estores exteriores verifica-se uma redução nos valores da temperatura do ar interior para o ambiente orientado a Sul até 5,5°C quando se passa da situação sem estore para a opção de um estore 100% accionado ao longo das 24 horas, que minimiza a influência da radiação solar directa e difusa, já para o ambiente orientado a Norte verifica-se uma redução de cerca 3°C, diminuição esta devido à redução da entrada da radiação difusa. No Verão, os melhores resultados são obtidos quando o estore se encontra accionado durante o período diurno ou 100% durante 24 horas; enquanto na ausência deste dispositivo ou quando este é somente accionado no período nocturno, situação muito frequente e presenciada nos ambientes do tipo quarto, conduzem a potenciais situações de desconforto térmico, em particular nos espaços orientados a Sul.

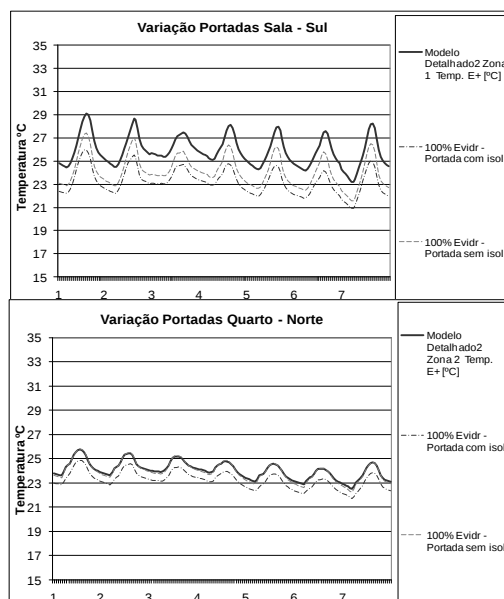


Figura 3.1.6-35: Gráficos Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Detalhado 2 (Verão).

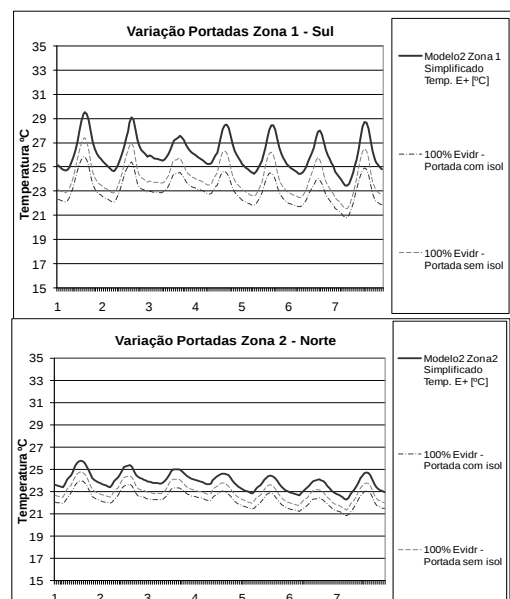


Figura 3.1.6-36: Gráficos Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Simplificado 2 (Verão).

As portadas interiores, da situação de inexistente, para a adopção de a sempre accionada e esta ainda para as opções de sem e com 20mm isolamento térmico, conduzem a reduções nos valores de temperatura para o ambiente orientado a Sul até 3°C; já para o ambiente orientado a Norte verifica-se uma diferença entre os resultados de temperatura interior até 1,5°C, ligeiramente inferiores aos obtidos com os estores exteriores, evidenciando que o sombreamento dos vãos envidraçados é sempre mais eficaz quando aplicado pelo exterior.

A portada, accionado a 100% durante 24 horas e com aplicação de material isolante, conduz a menores valores da temperatura. Observa-se que além da temperatura diminuir ao se introduzir portadas interiores, os valores extremos são atenuados conduzindo a menores amplitudes térmicas interiores. Este efeito é também evidenciado aquando a simulação das palas horizontais e dos estores exteriores.

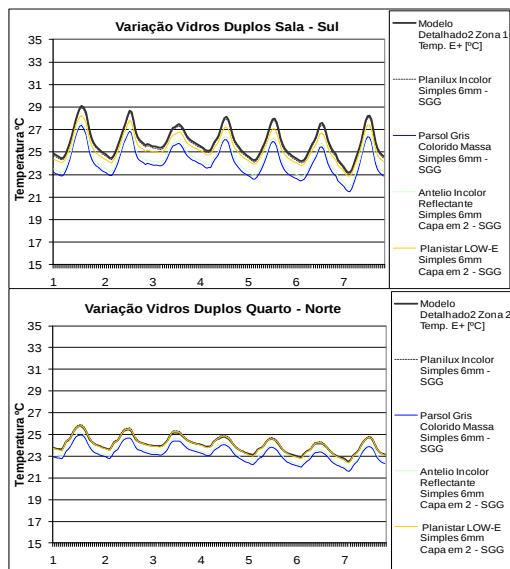


Figura 3.1.6-37: Gráficos Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Detalhado 2 (Verão).

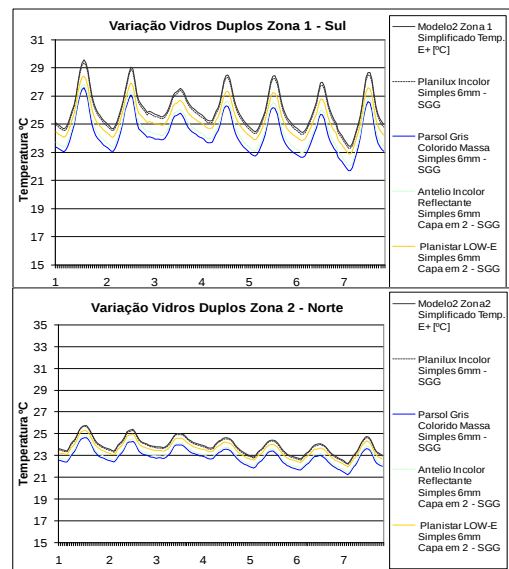


Figura 3.1.6-38: Gráficos Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Simplificado 2 (Verão).

Já no que diz respeito aos tipos de vidros duplos, verificam-se variações da temperatura do ar interior até 2°C para o ambiente orientado a Sul; e até 1°C para o ambiente orientado a Norte.

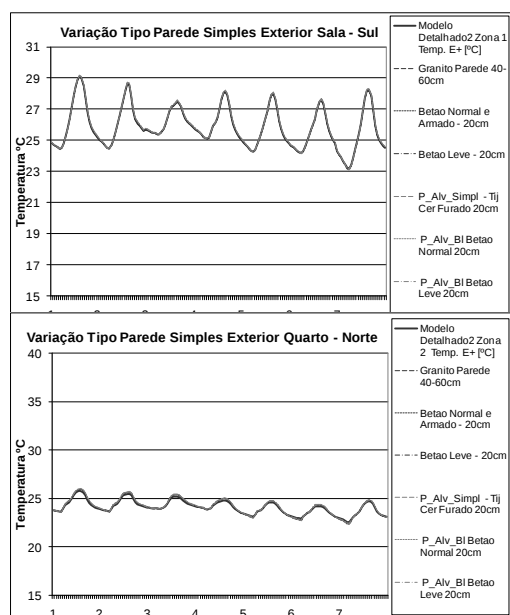


Figura 3.1.6-39: Gráficos Variação do Tipo de Parede Exterior no Modelo Detalhado 2 (Verão).

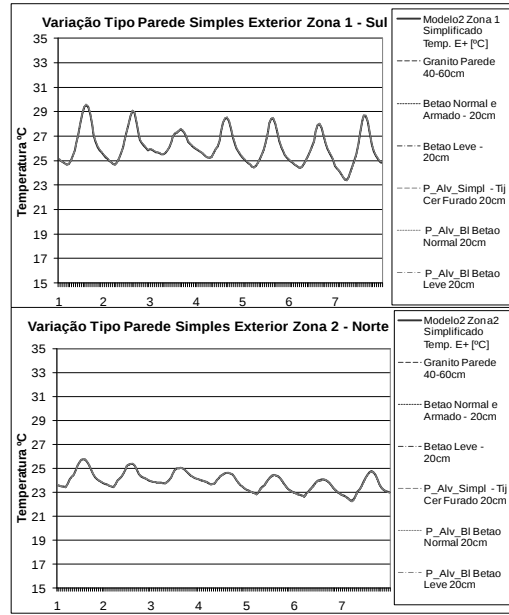


Figura 3.1.6-40: Gráficos Variação do Tipo de Parede Exterior no Modelo Simplificado 2 (Verão).

A variação paramétrica relativa aos tipos de materiais das paredes exteriores não conduz a diferenças significativas nos resultados de temperatura interior (Norte e Sul).

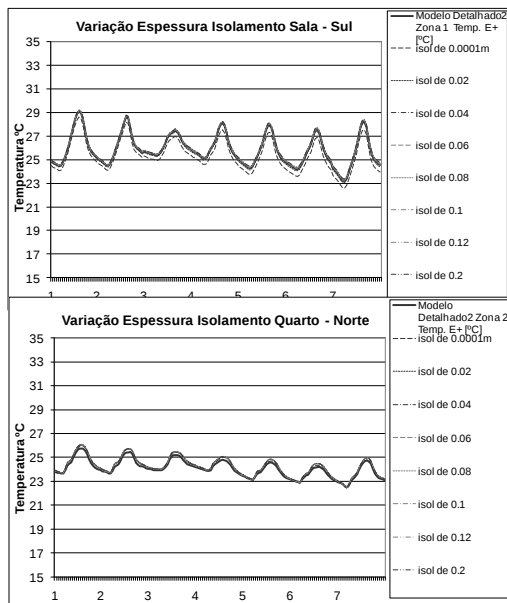


Figura 3.1.6-41: Gráficos Variação da Espessura do Isolamento Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Detalhado 2 (Verão).

Comparação
Verão

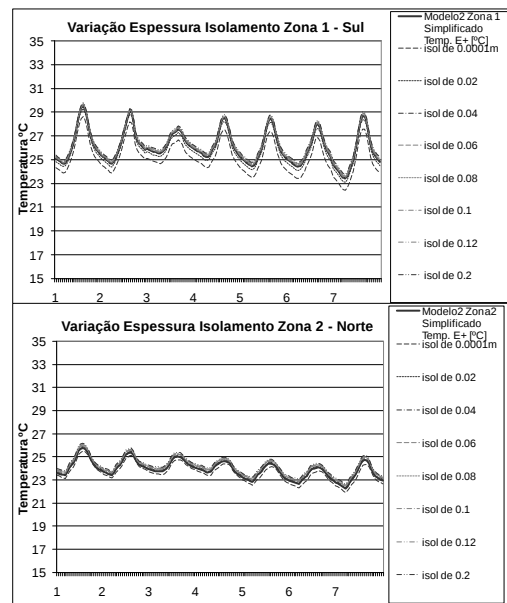


Figura 3.1.6-42: Gráficos Variação da Espessura do Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Simplificado 2 (Verão).

Observando as diversas variações efectuadas relativamente ao grau de isolamento presente na envolvente exterior (0,01 cm a 20cm), praticamente não se verifica diferença entre as curvas de temperatura interior. Os resultados dizem respeito, ao modelo simplificado e detalhado, representativo de um piso intermédio (sem cobertura exposta), em 70% da área de fachada orientada a Sul é envidraçada (fachada em contacto com o exterior); portanto a área de elemento opaco (parede) é proporcionalmente reduzida comparativamente com a área envidraçada. O aumento de espessura de isolamento térmico em unidades/edifícios com características semelhantes ao do exemplo utilizado, pelo menos no período de Verão, poderá não contribuir para a existência de melhores condições interiores de temperatura e num melhor desempenho térmico.

3.1.6.4 Variações Paramétricas Calibração3 - Modelo 2 na Estação de Aquecimento (Inverno)

De seguida apresentam-se os resultados obtidos para o modelo simplificado 2 na Estação de Aquecimento.

Variações Paramétricas Modelo Detalhado

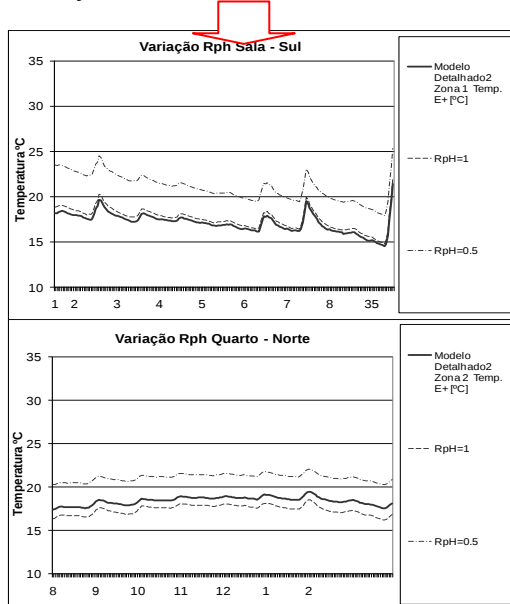


Figura 3.6.43: Gráfico Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Detalhado 2 (Inverno).

Variações Paramétricas Modelo Simplificado

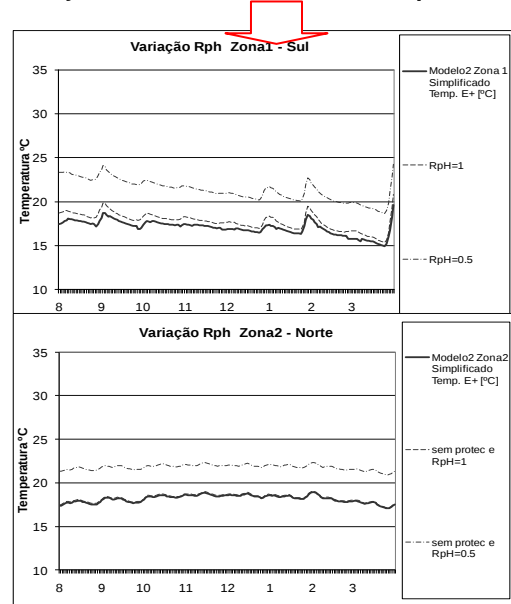


Figura 3.6.44: Gráfico Variação da Taxa de Ventilação Natural no Modelo Simplificado 2 (Inverno).

Observando as diversas variações efectuadas nos modelos, detalhado e simplificado, relativamente a taxa de ventilação natural (entre Rph= 0.5 e Rph=1), verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul e a Norte da mesma ordem de grandeza. A sul as diferenças são de 4,5°C; e no ambiente orientado a Norte a diferença nos resultados de temperatura do ar interior de 4°C. Desta forma através dos gráficos das figuras anteriores fica evidenciado a influência do grau de infiltrações nas condições interiores (comportamento térmico) de unidades habitacionais semelhantes a esta.

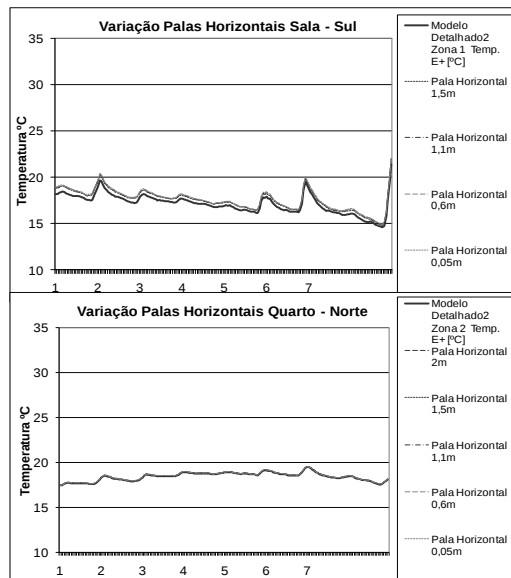


Figura 3.6.45: Gráfico Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Detalhado 2 (Inverno).

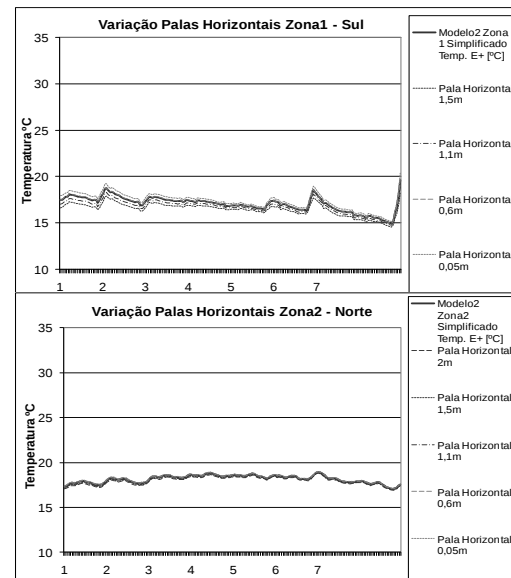


Figura 3.6.46: Gráfico Variação da Largura das Palas Horizontais no Modelo Simplificado 2 (Inverno).

O efeito da largura das palas horizontais (de 0,05 m até 1,5 e 2m de largura) conduz a uma diferença nos resultados de temperatura do ar interior atinge apenas 1°C. Convém apenas referir, de forma a se ter presente a razão desta influência diminuta, que o efeito duma pala horizontal, na estação de Inverno, não penaliza as janelas orientadas a Sul.

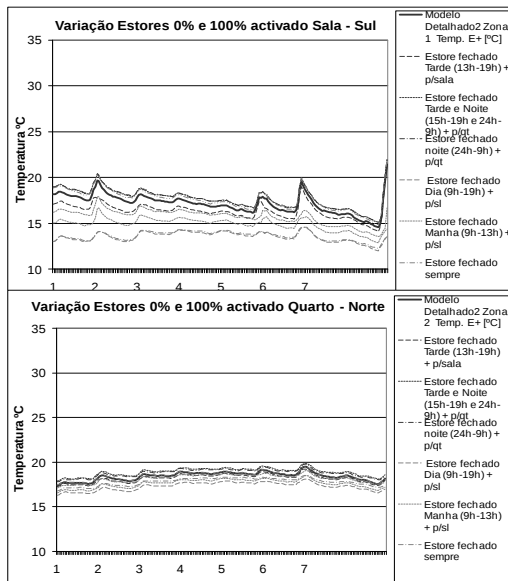


Figura 3.6.47: Gráfico Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Detalhado 2 (Inverno).

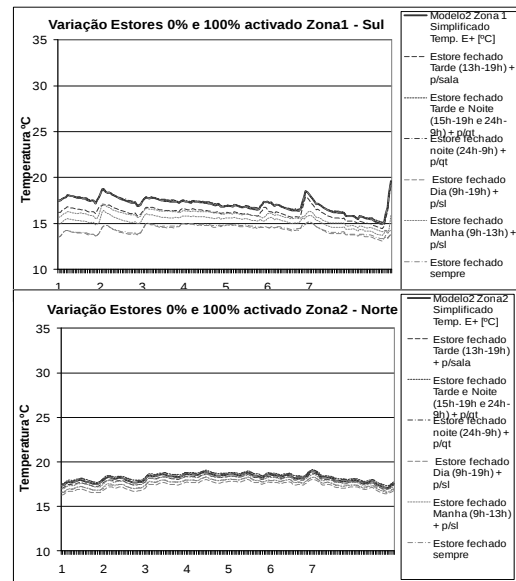


Figura 3.6.48: Gráfico Variação da Activação do Estore Exterior no Modelo Simplificado 2 (Inverno).

A simulação dos estores exteriores, para as diferentes variações paramétricas em termos do horário em que estão accionados, conduz a uma diferença nos resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul até 4,5°C, já para o ambiente orientado a Norte verifica-se uma diferença nos resultados de temperatura interior de 1,5°C, contrário ao que foi observado para situações equivalentes na estação quente. Os resultados mais favoráveis, valores mais elevados da temperatura, foram obtidas sem se accionar o dispositivo de sombreamento ou quando este é somente activado no período nocturno (situação frequente nos ambientes do tipo quarto de dormir), a não captação de ganhos solares, no Inverno, durante o período de dia (estore accionado durante o período diurno ou 100% accionado durante as 24 horas diárias) potencia a ocorrência de condições de desconforto associadas a uma descida nos valores da temperatura do ar interior.

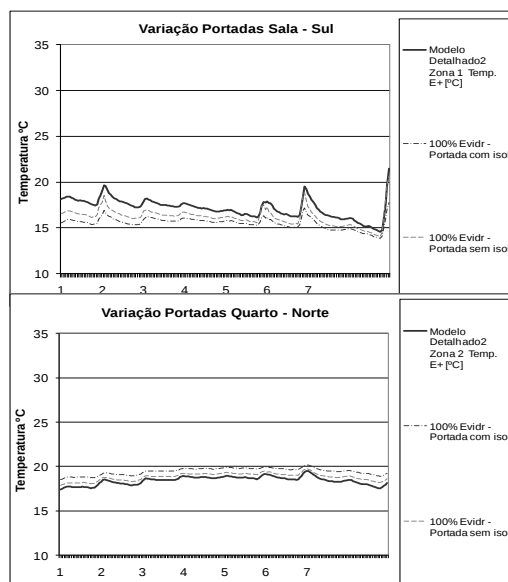


Figura 3.6.49: Gráfico Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Detalhado 2 (Inverno).

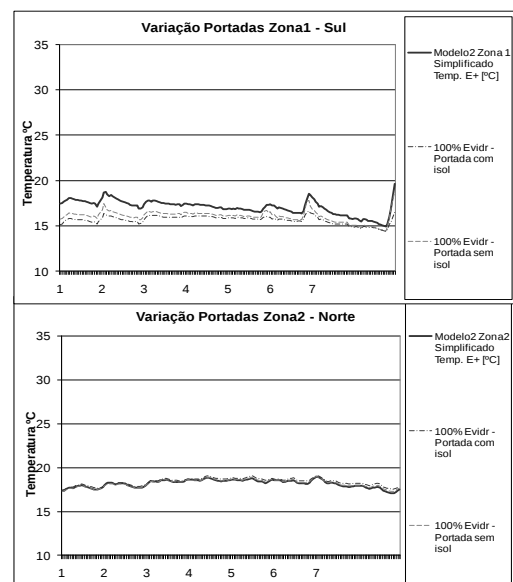


Figura 3.6.50: Gráfico Variação da Activação da Portada Interior no Modelo Simplificado 2 (Inverno).

Em termos das portadas interiores, a simulação de: ausência de portadas interiores e a existência das mesmas 100% activadas durante as 24 horas sem e com e isolamento térmico de 20 mm), conduz a diferença nos resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul até 2,5°C; Os resultados menos favoráveis foram obtidos com portada accionada a 100% durante 24 horas, e principalmente quando com presença de material isolante. Os resultados mais favoráveis (curvas de temperatura mais elevadas) foram obtidos na ausência deste dispositivo. Já para o ambiente orientado a Norte praticamente não se verifica uma

diferença entre os resultados de temperatura interior devido à solução de partida adoptada também apresentar portada.

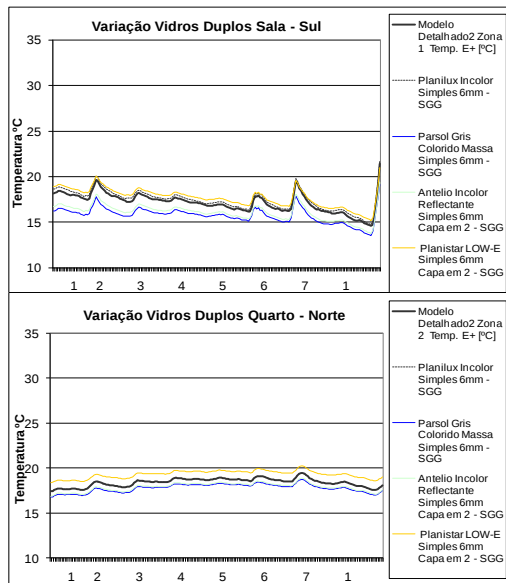


Figura 3.6.51: Gráfico Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Detalhado 2 (Inverno).

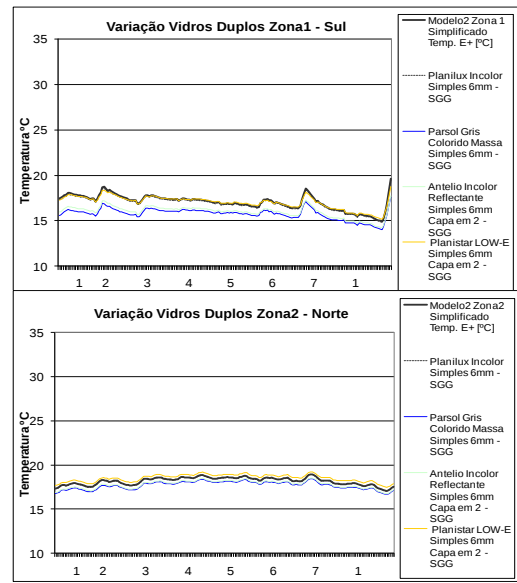


Figura 3.6.52: Gráfico Variação do Tipo de Vidro Duplo no Modelo Simplificado 2 (Inverno).

Já no que diz respeito os diferentes tipos de vidro duplo, anteriormente especificados, verifica-se uma diferença entre os resultados de temperatura interior para o ambiente orientado a Sul de até 2°C e para o ambiente orientado a Norte de 1°C. Tendo em conta as diferentes soluções de vidro parametrizadas, os resultados mais favoráveis (em termos de temperatura interior e desempenho térmico – situação de Inverno) foram obtidos com vidro duplo incolor e o vidro duplo de baixa emissividade.

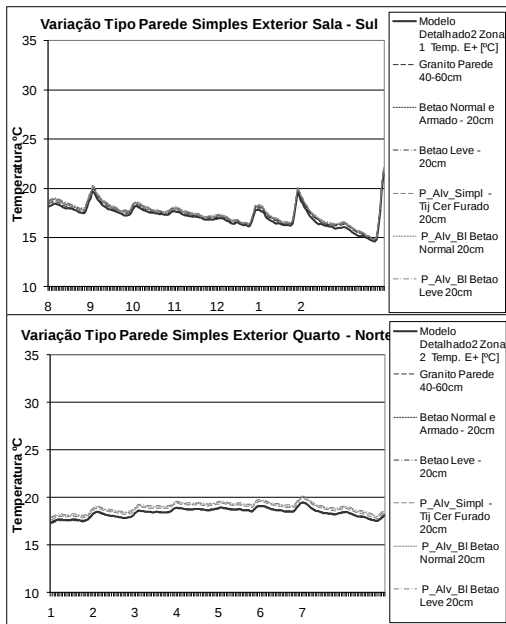


Figura 3.6.53: Gráfico Variação do Tipo de Parede Exterior no Modelo Detalhado 2 (Inverno).

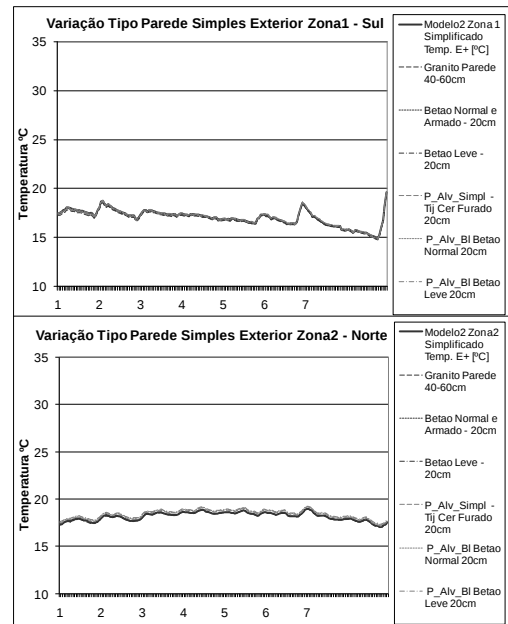


Figura 3.6.54: Gráfico Variação do Tipo de Parede Exterior no Modelo Simplificado 2 (Inverno).

Quanto aos tipos dos materiais das paredes exteriores dada a área diminuta dos elementos opacos verticais, praticamente não se verifica uma diferença entre os resultados de temperatura interior, em ambos ambientes.

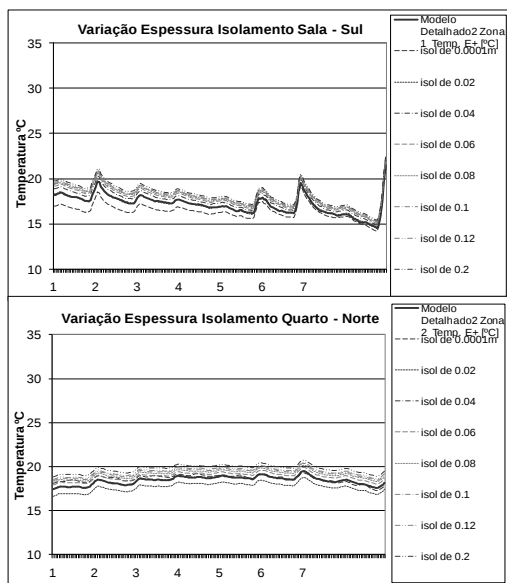


Figura 3.6.55: Gráfico Variação da Espessura do Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Detalhado 2 (Inverno).

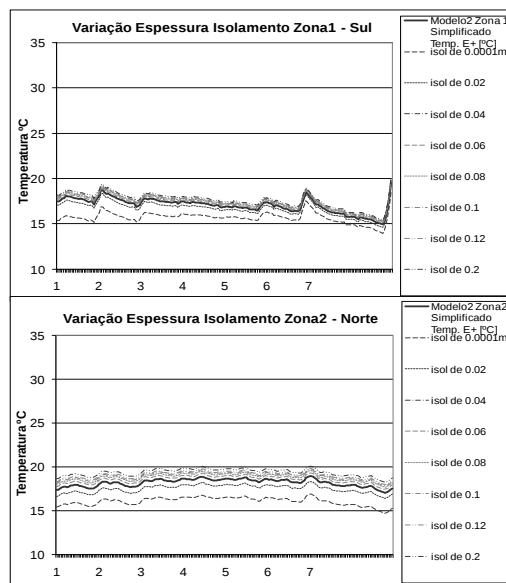


Figura 3.6.56: Gráfico Variação da Espessura do Isolamento na Envolvente Exterior - Modelo Simplificado 2 (Inverno).

Comparação
Inverso

Relativamente ao grau de isolamento presente na envolvente exterior (praticamente sem isolamento de 0,0001 m a uma espessura de 0,2 m), praticamente não se verifica uma diferença significativa entre as diferentes curvas de temperatura interior; para os dois ambientes. A unidade adoptada situa-se num piso intermédio (sem cobertura exposta); em que aproximadamente 70% da fachada orientada a Sul é envidraçada, portanto a área de elementos opacos nesta fachada é proporcionalmente reduzida comparativamente com a área envidraçada.

Razão pela qual quer a variação paramétrica para os diferentes tipos de parede quer o aumento da espessura de isolamento térmico não conduz a variações significativas em termos da distribuição da temperatura do ar interior.