



Laboratório de Física das Construções - LFC

Institute of R&D in Structures and Construction - CONSTRUCT
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP

<https://paginas.fe.up.pt/~construct/>

LFC - Estratégia

O Laboratório de Física das Construções tem uma divisão dedicada à **determinação e caracterização de propriedades higrotérmicas** que são necessárias para avaliar o **desempenho de novos materiais e sistemas** e como entrada em modelos de **simulação numérica**; uma divisão de **instrumentação e monitorização**, in situ e no laboratório, que proporciona um apoio importante aos trabalhos experimentais; uma divisão de **técnicas experimentais avançadas** (por exemplo, atenuação de raios gama e termografia), uma divisão de **modelação, otimização e estudos estatísticos** e uma divisão de **patologia e reabilitação de edifícios**.

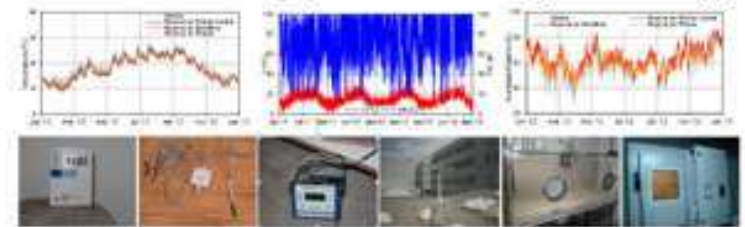
Measurement of hygrothermal properties



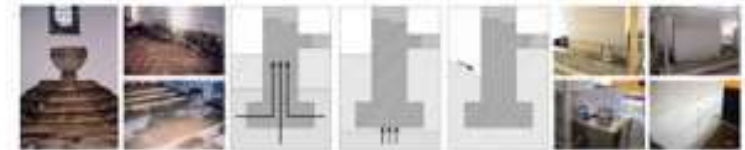
Building hygrothermal simulation



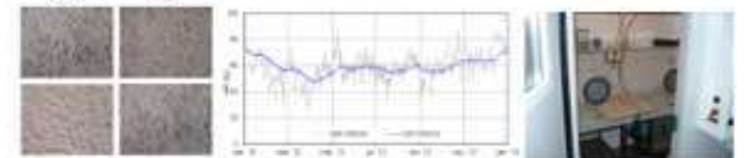
In situ monitoring (comfort/energy efficiency)



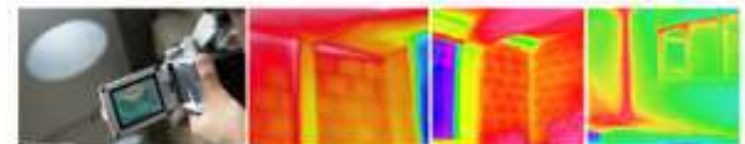
Raising damp (historical buildings)



Hygroscopic inertia

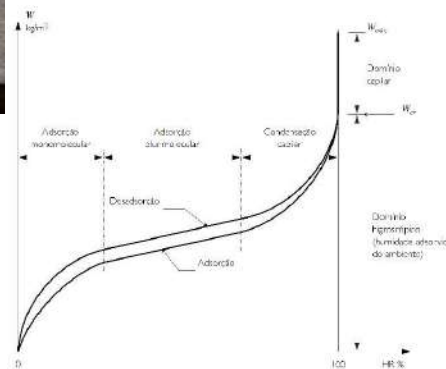
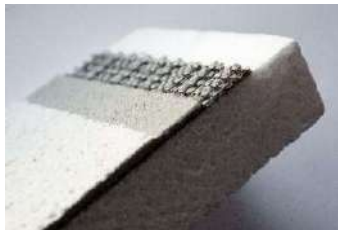
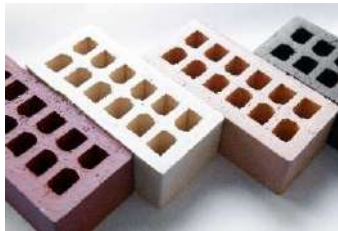


Infrared thermography



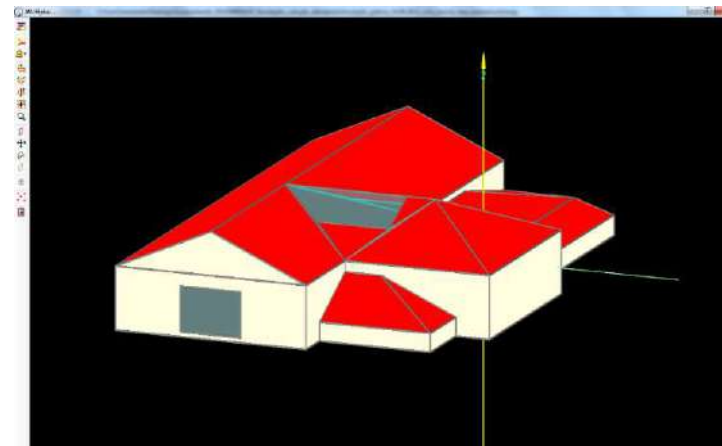
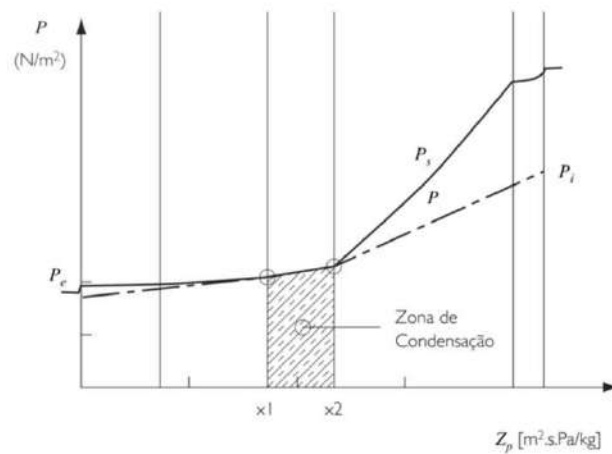
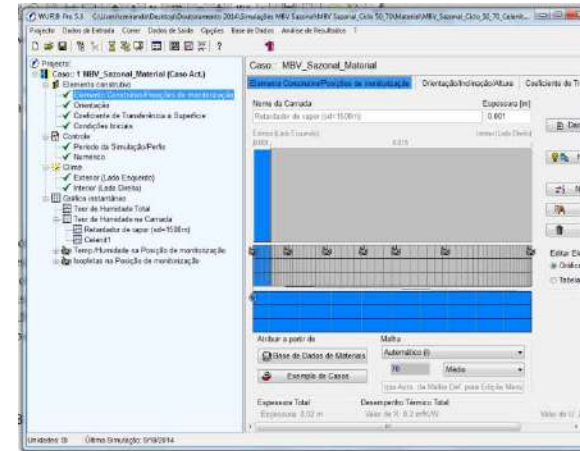
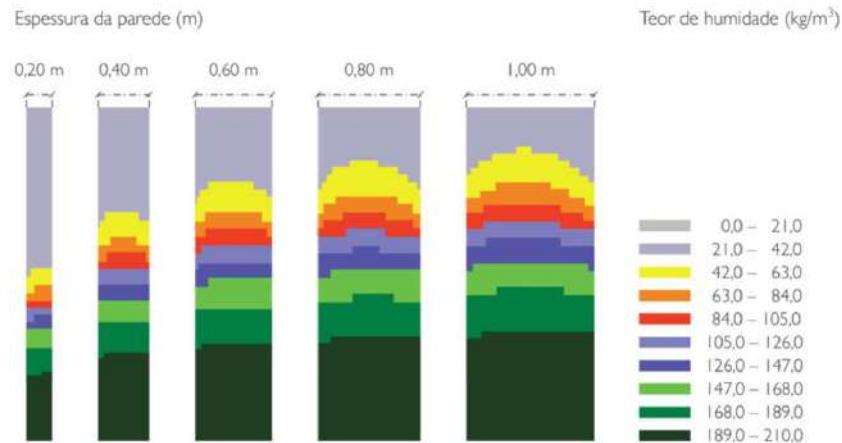
Propriedades Higrotérmicas

Determinação e caracterização de propriedades higrotérmicas



absorção de água; permeabilidade do vapor de água; permeabilidade à água líquida; curvas higroscópicas; variação dimensional com a humidade relativa; condutibilidade térmica; durabilidade; pull-off e ensaios mecânicos em revestimentos de fachadas; caudal de ventilação; temperatura, humidade relativa e CO2

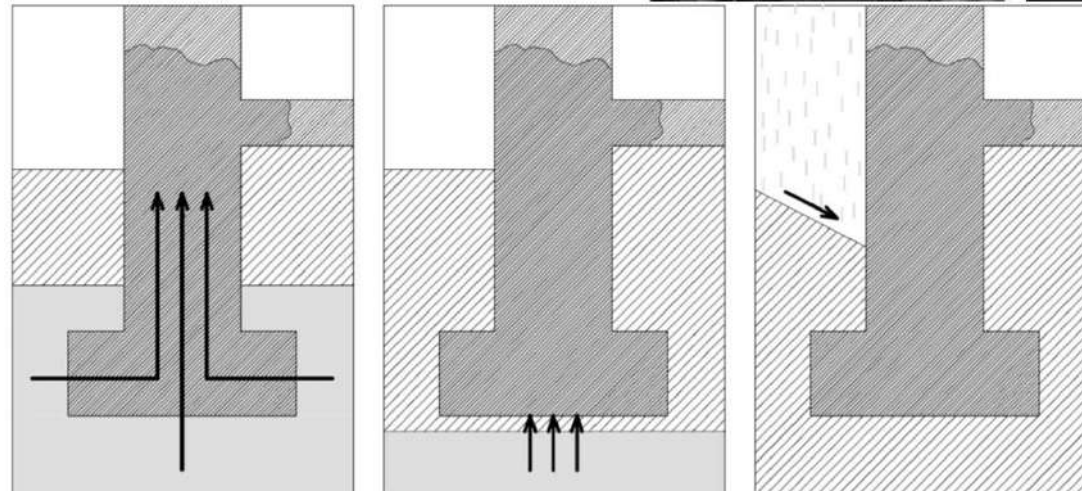
Uso e desenvolvimento de software higrotérmico



Humidade Ascensional

Tratamento da humidade ascensional

Sistema higrorregulável de ventilação da base de parede



LFC - Higrotérmica

Física das Construções - Humidade Ascensional

O Problema

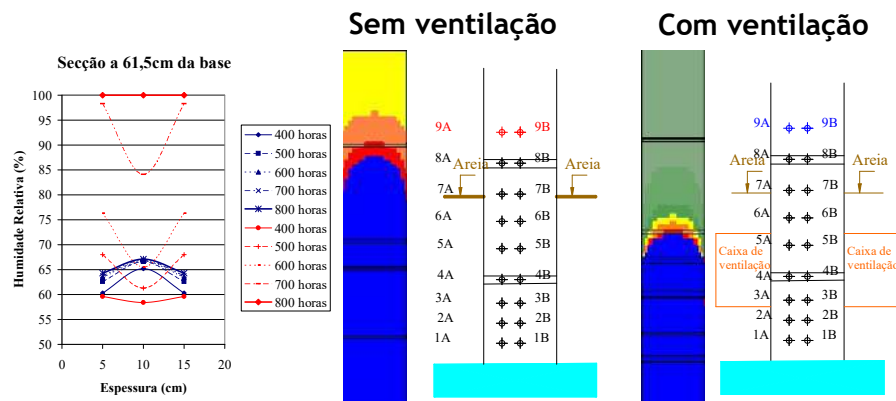
Humidade ascensional em edifícios históricos



Medições “in situ” e em laboratório

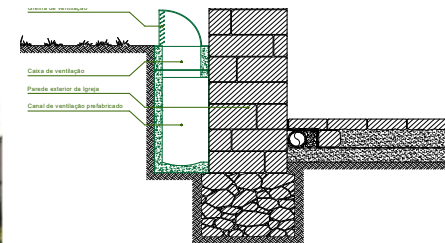


Resultados experimentais e implementação



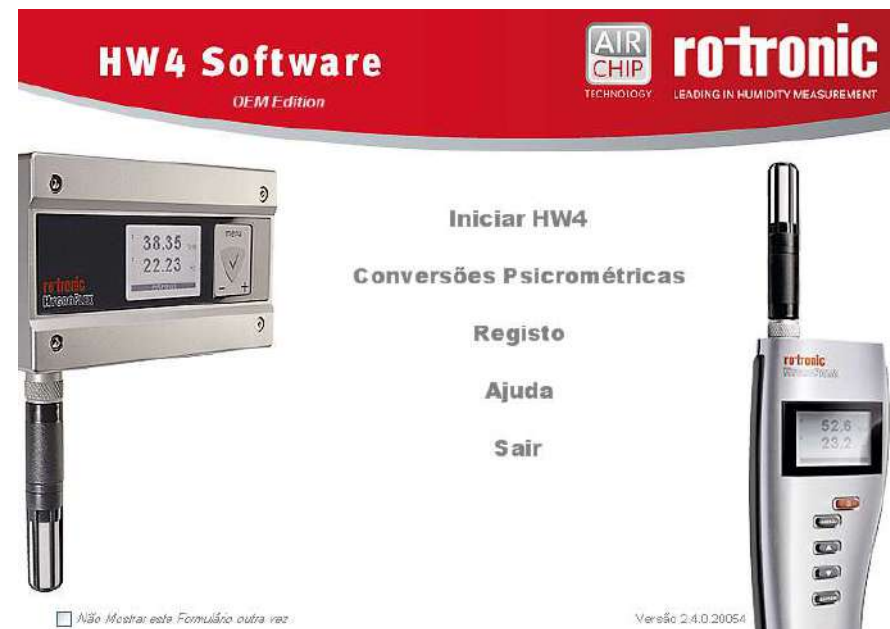
Conclusões

Um sistema de ventilação colocado na base da parede reduz a frente húmida.



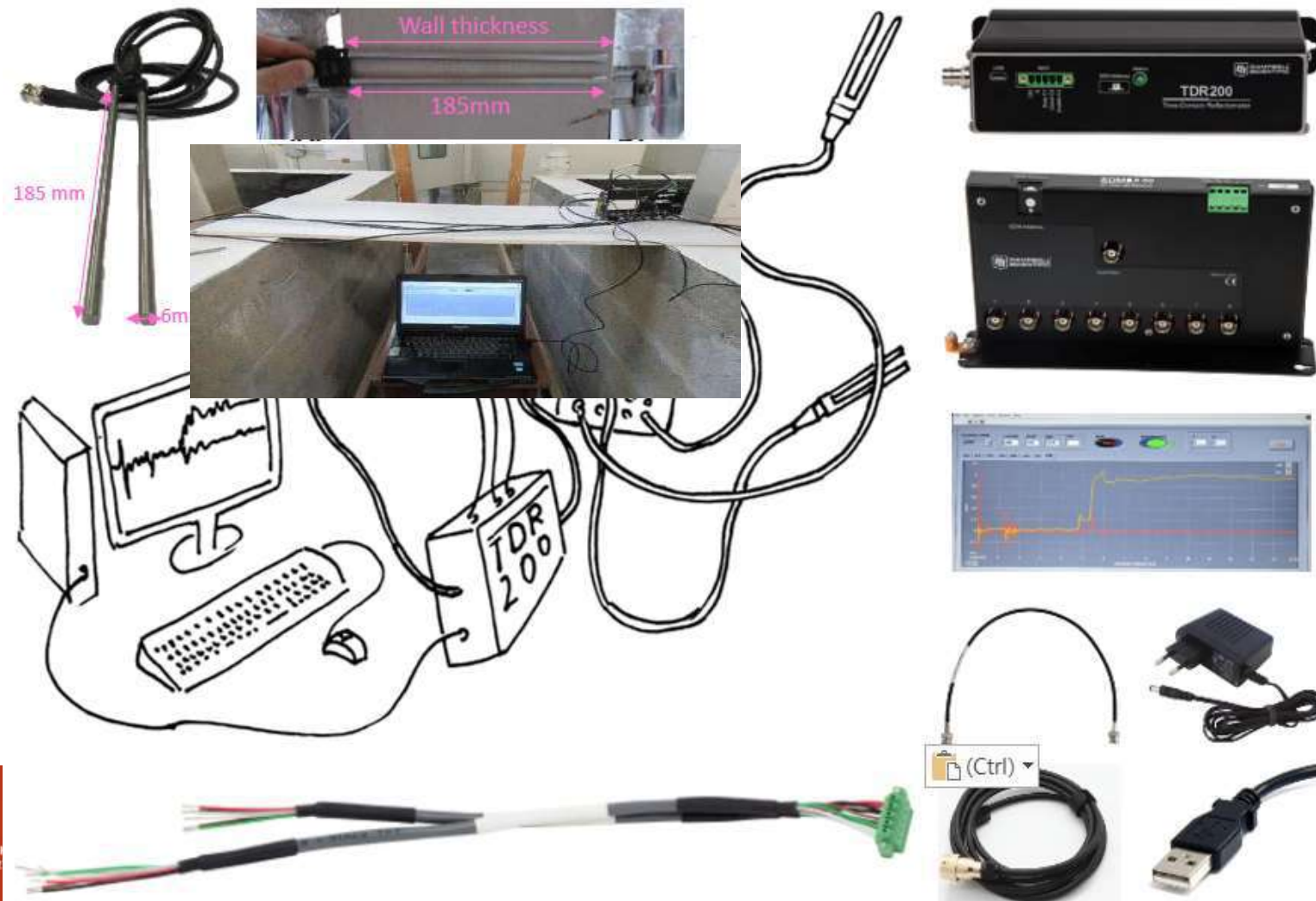
LFC - Produção Científica- *Patente*

O Laboratório de Física das Construções (LFC) desenvolveu e patenteou um Sistema higrorregulável de ventilação da base das paredes / Hydro-Adjustable System of Wall Base Ventilation for Rising Damp Treatment (Patent process: 104385 F)



Medição do teor de humidade em materiais de construção com “reflectometria de domínio temporal”

Equipamento – controlo da humidade ascensional e secagem na sequência de inundações – sistema higrorregulável de ventilação da base das paredes

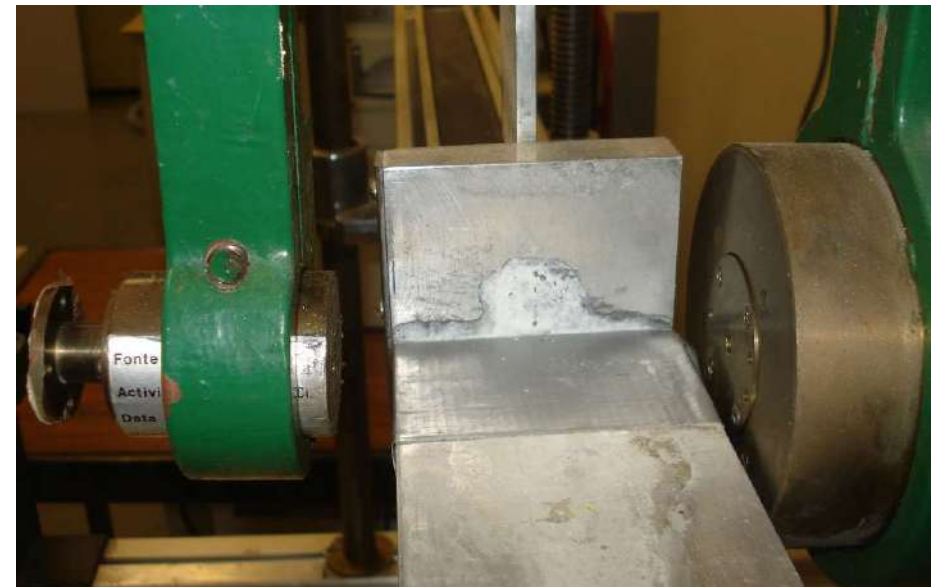


Medição do teor de humidade em materiais de construção com “reflectometria de domínio temporal”

Equipamento – controlo da humidade ascensional e secagem na sequência de inundações – sistema higrorregulável de ventilação da base das paredes



Medição do teor de humidade em materiais de construção com a técnica de atenuação de raios Gama



LFC - Higrotérmica

Física das Construções - Inércia higrocópica em edifícios antigos (Museus)

O Problema

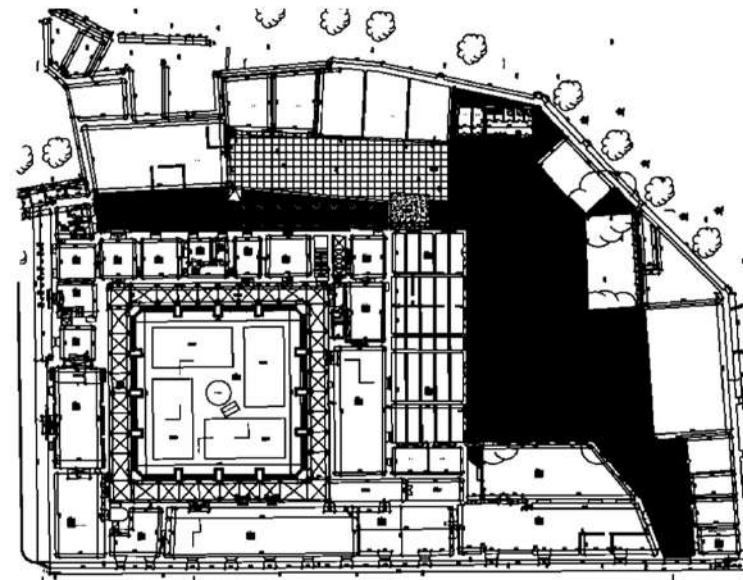
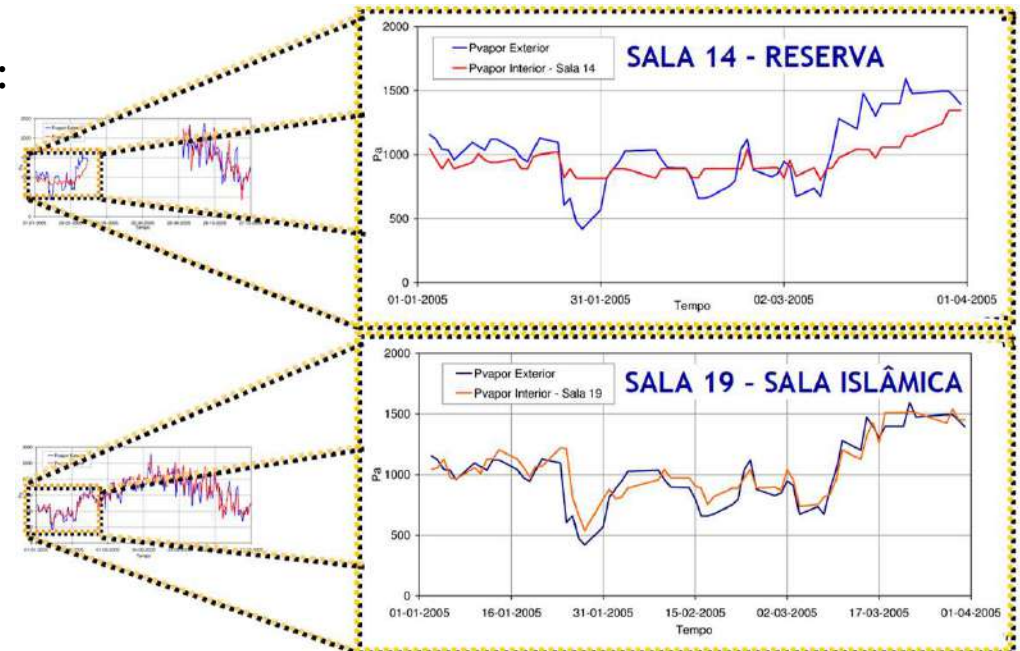
A humidade relativa e a temperatura afetam:

- Variação dimensional
- Reações químicas
- Degradação biológica
- Inércia higroscópica

**Efeitos da Inércia Higroscópica -
Redução das flutuações da HR**



Caraterização do clima interior



LFC - Higrotérmica

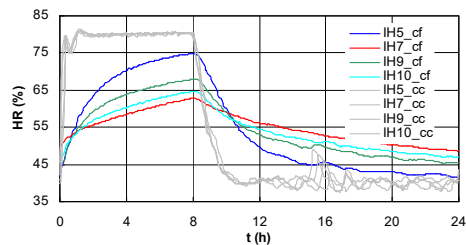
Física das Construções - Inércia higrocópica em edifícios residenciais

O Problema

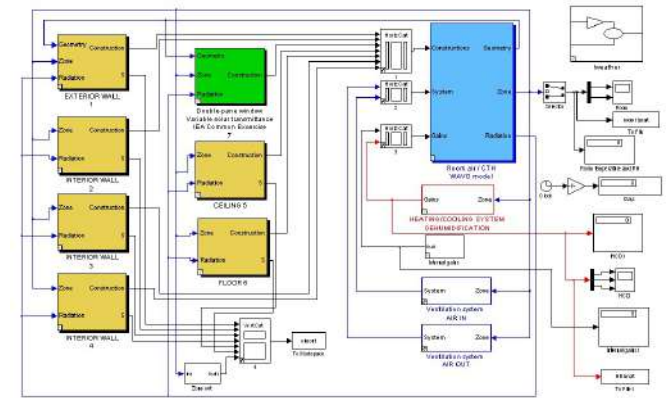
A humidade relativa (HR) afeta:

- Conforto térmico
- Qualidade do ar interior
- Durabilidade
- Saúde
- Energia

Resultados experimentais

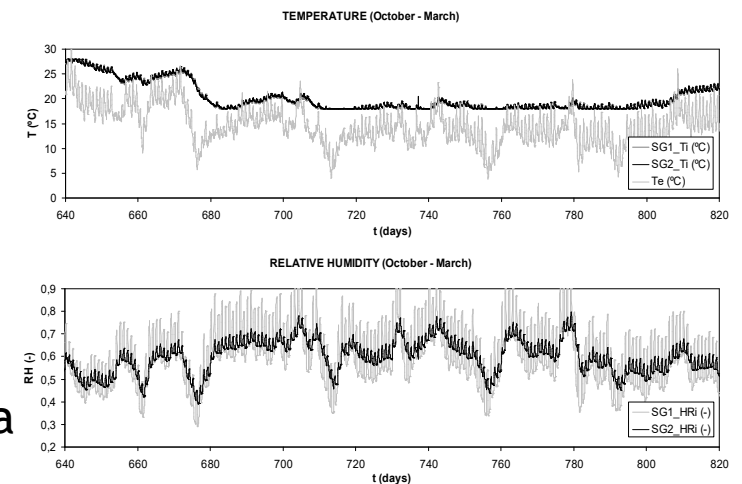


Simulações



Conclusões

Picos diários de HR são eliminados por forte Inércia Higroscópica



Inércia higrocópica em edifícios antigos (Museus)



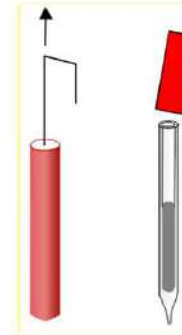
LFC - Higrotérmica

Física das Construções - Humidade - Ventilação

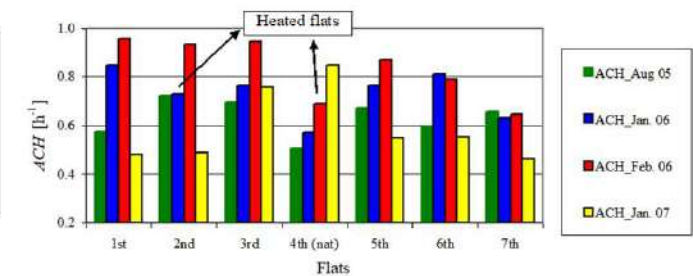
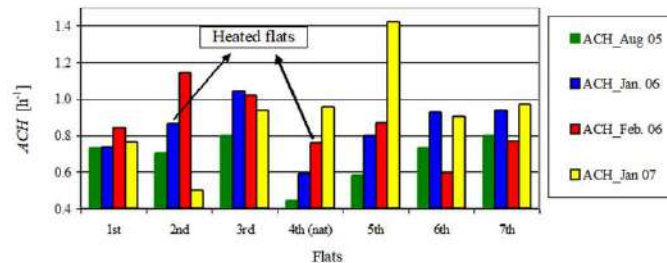
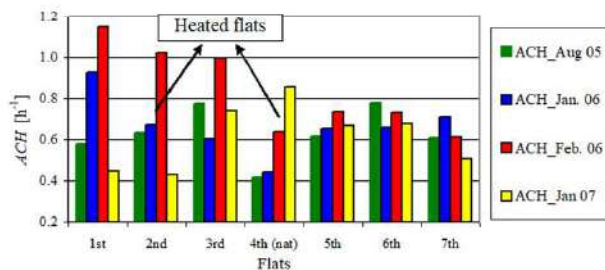
O Problema: Ventilação + Condensação



O Equipamento: Técnica PFT

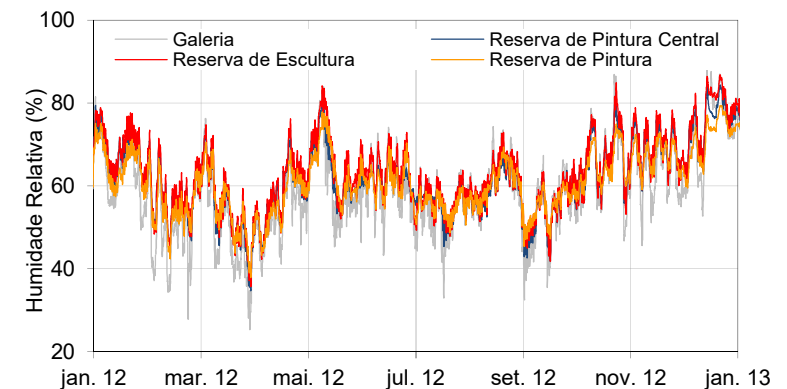
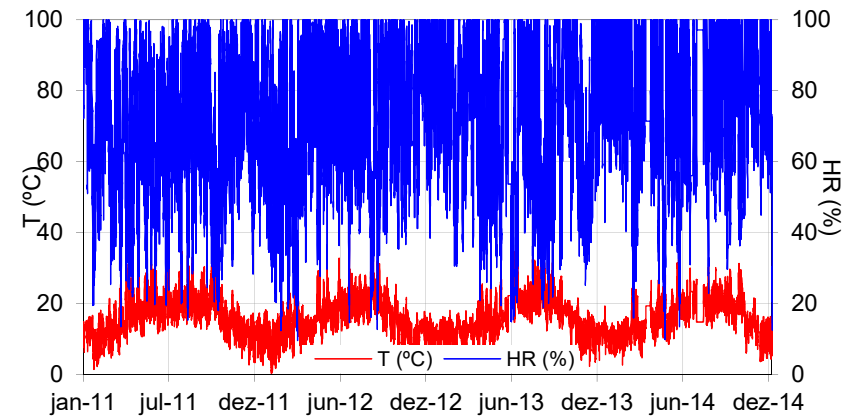
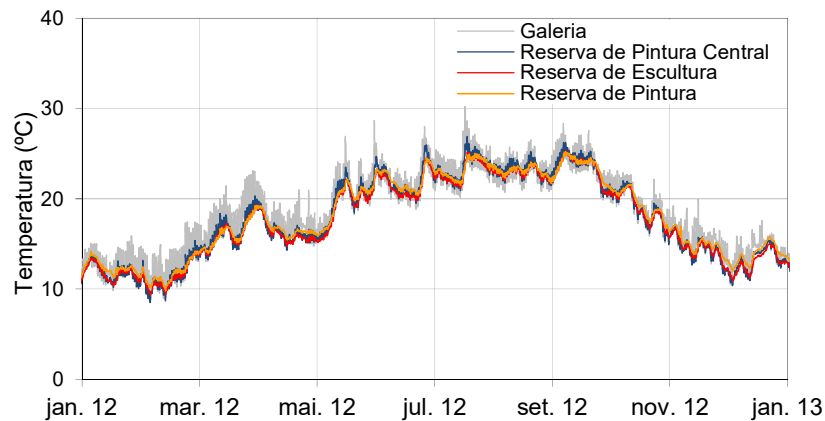


Conclusões: Medições



Conforto e eficiência energética

Monitorização e medição In-situ



Revestimentos refletoras solares

Ensaio laboratorial de propriedades óticas e higrotérmicas de revestimentos reflexivos solares no âmbito do Projeto EnReflect (Sistemas da envolvente com alta reflexão solar por inclusão de nanopartículas)

A EnReflect pretende fabricar, utilizando uma abordagem de síntese verde, novos nanomateriais com alta reflexão NIR (Near-Infrared) para aplicar aos sistemas tradicionais para a envolvente.

Os produtos finais esperados são nanomateriais acessíveis compatíveis com o ETICS que podem proporcionar uma redução relevante da absorção solar.



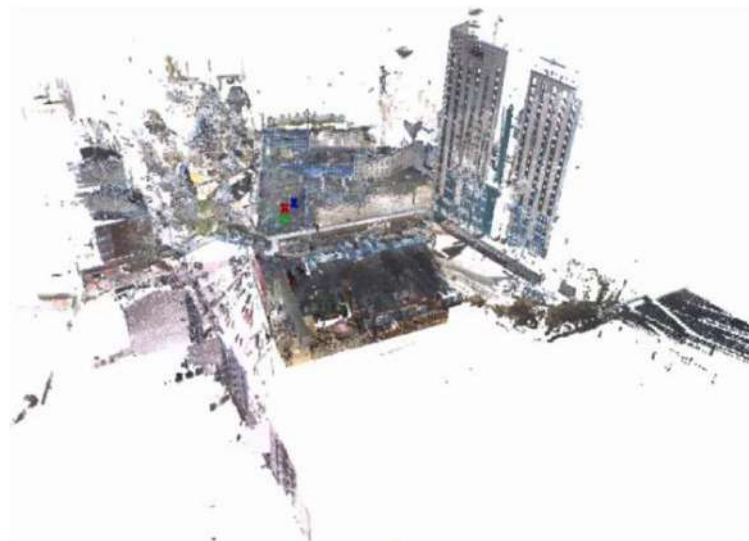
Monitorização in-situ e avaliação do desempenho no âmbito do Projeto Interreg Projetos: STOP CO2, ENERGY PUSH

Avaliação de conforto térmico

Avaliação do IQA (porta-ventiladora, gás traçador, ACH, CO2, PM2.5, TVOCs)

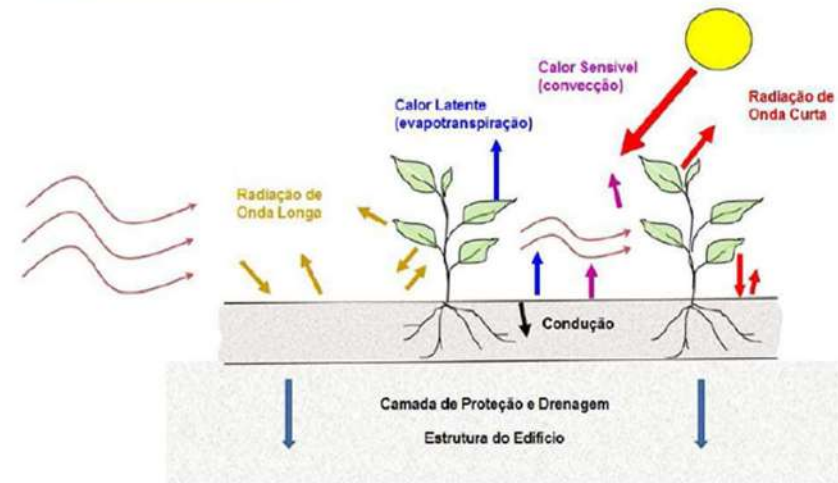
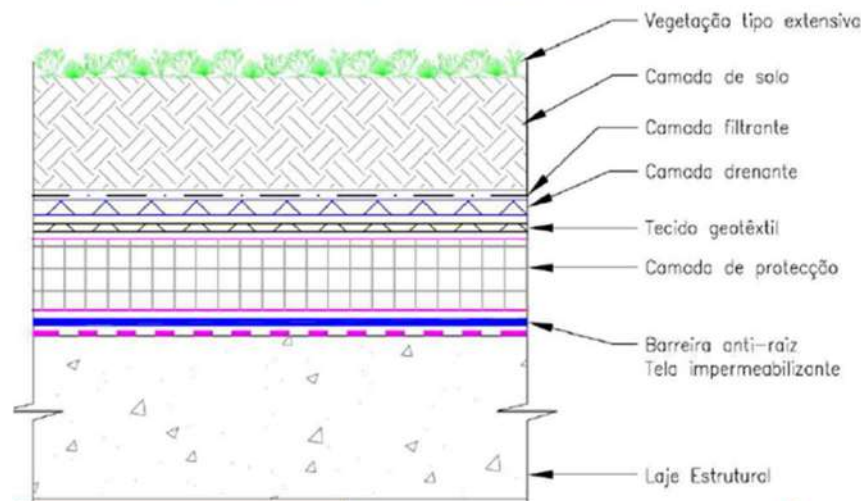
Conforto visual

Digitalização a laser



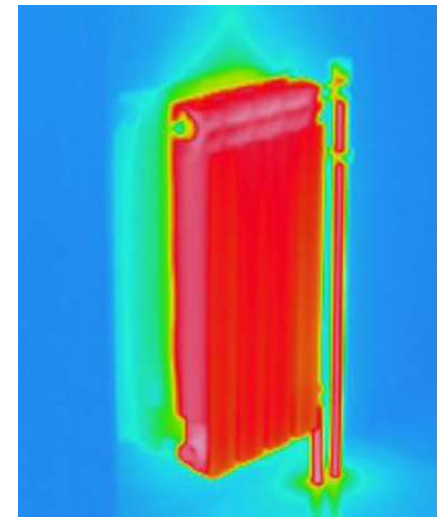
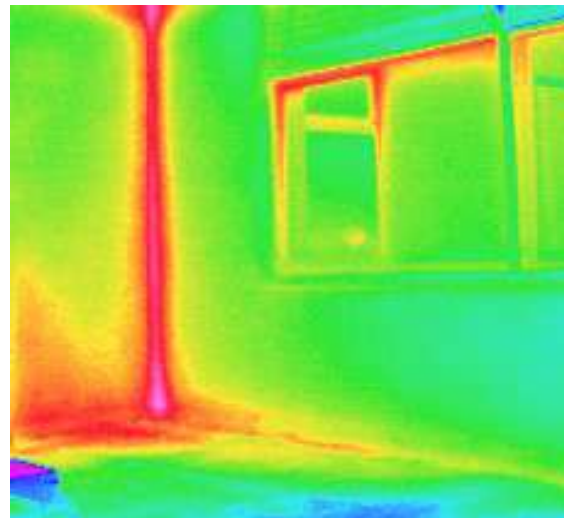
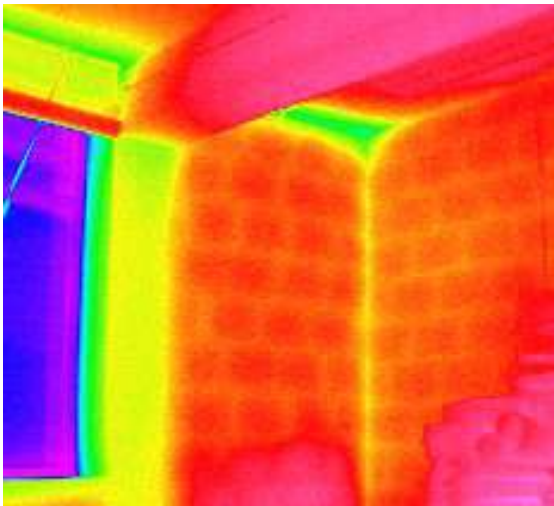
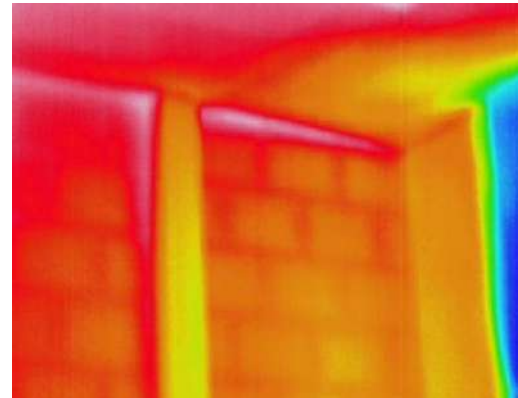
Telhados Verdes - Eficiência Energética

Ilhas de calor- Avaliação do desempenho de telhados verdes



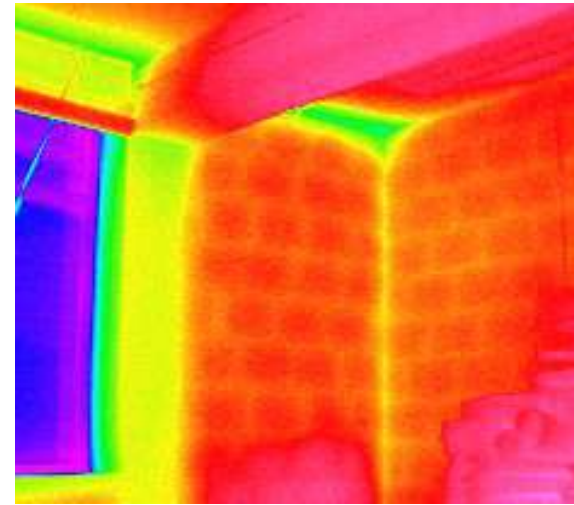
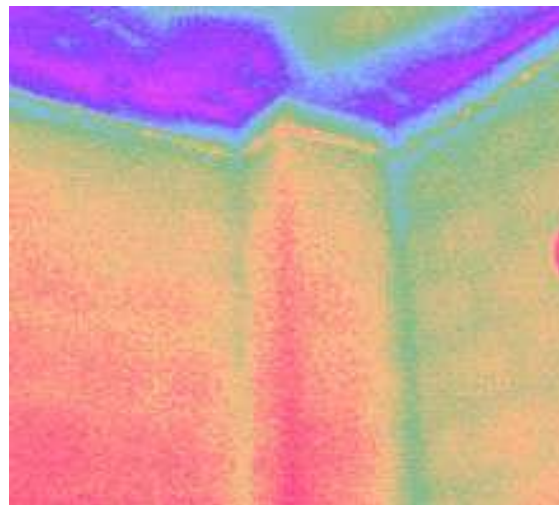
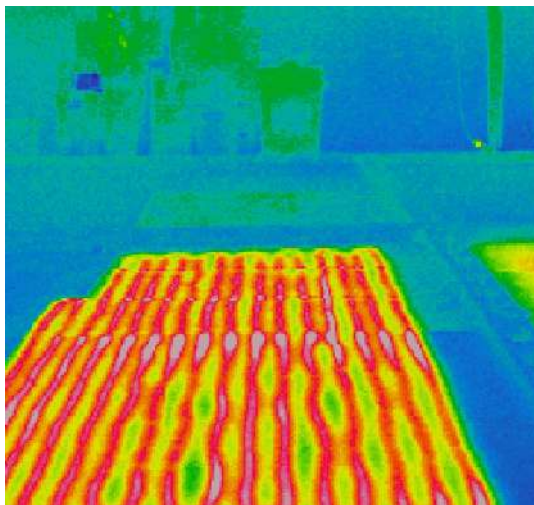
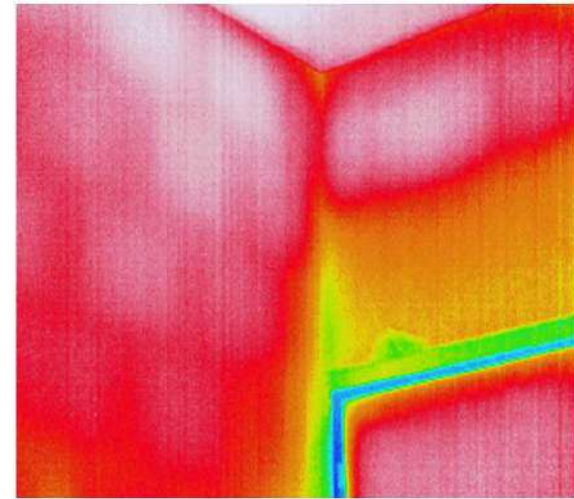
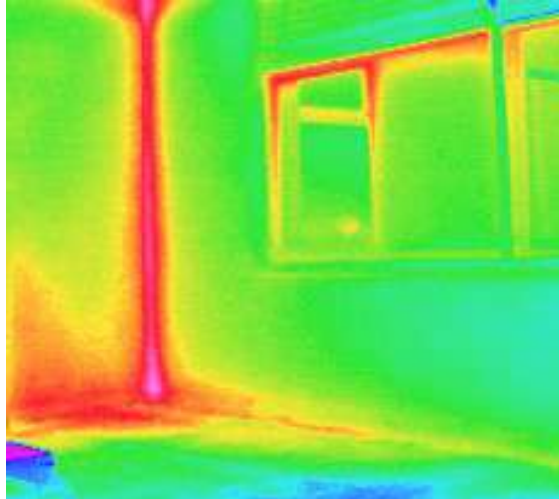
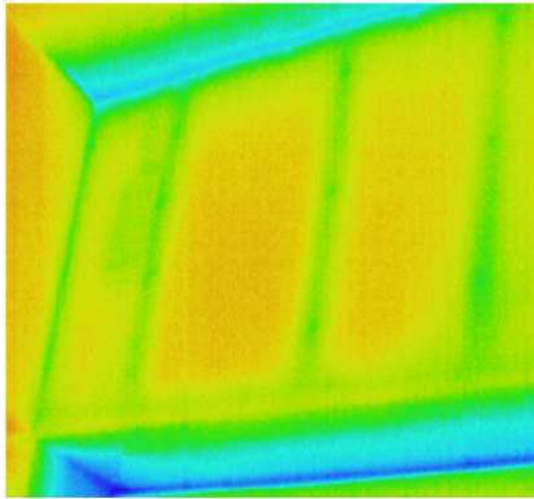
Termografia

Avaliação de edifícios com termografia infravermelha para diagnóstico de edifícios



LFC - Higrotérmica

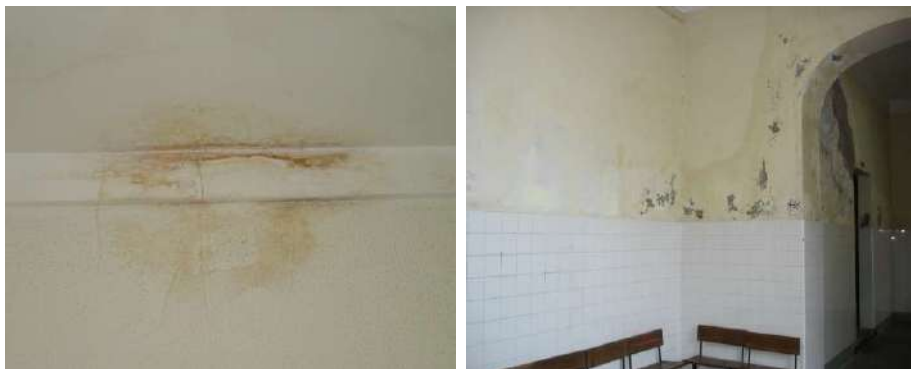
Energia vs termografia



LFC - Higrotérmica

Patologia: Processo de secagem e humidificação usando a termografia

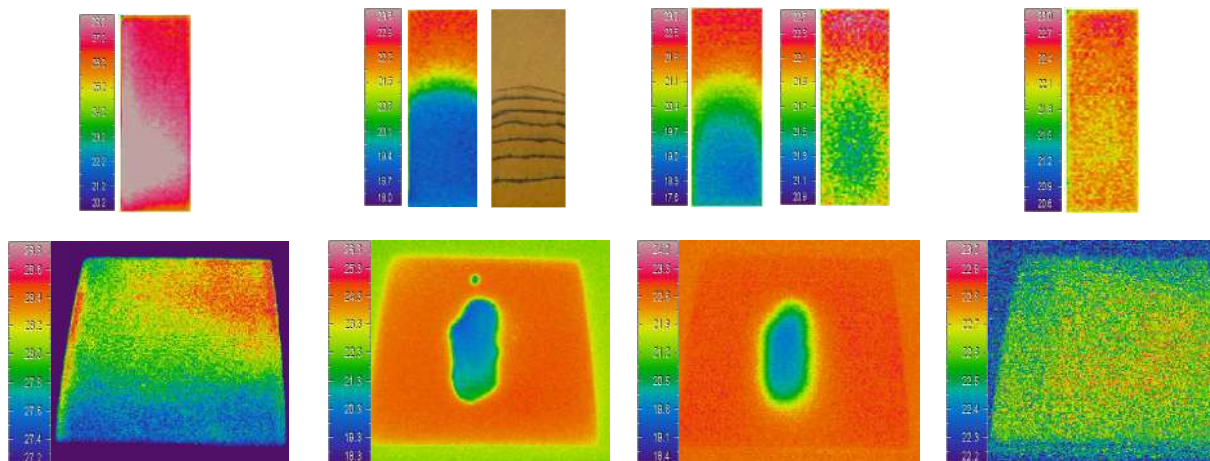
O Problema



Medições Laboratoriais

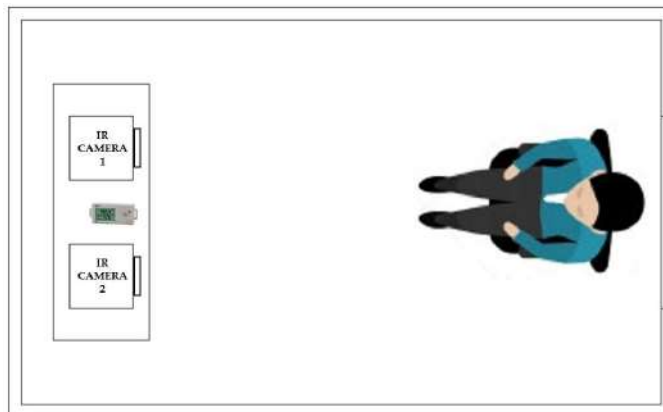


Resultados



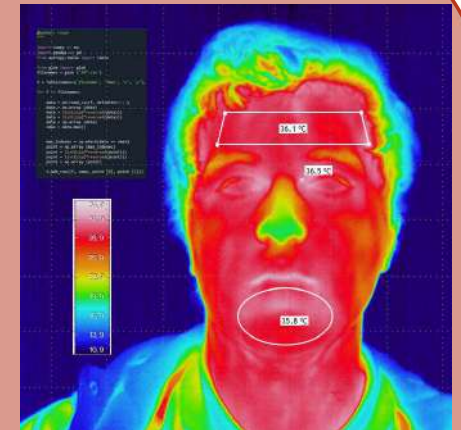
Termografia para avaliar o conforto térmico

Equipamento experimental



Resultados

- Aquisição e otimização automática de dados
- Comparação de diferentes câmaras de INFRAVERMELHOS
- Correlação com modelos de conforto térmico (PMV)



LFC - Higrotérmica

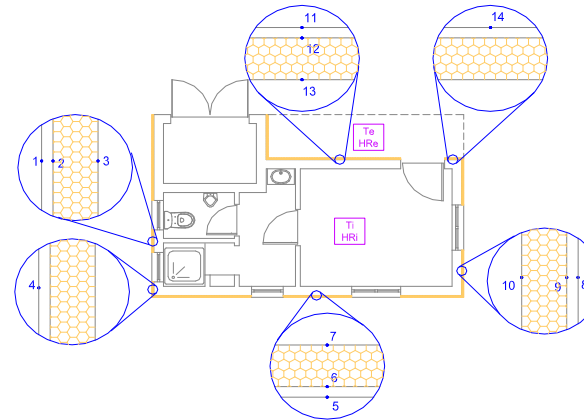
Patologia: ETICS' degradação de aspeto

O Problema

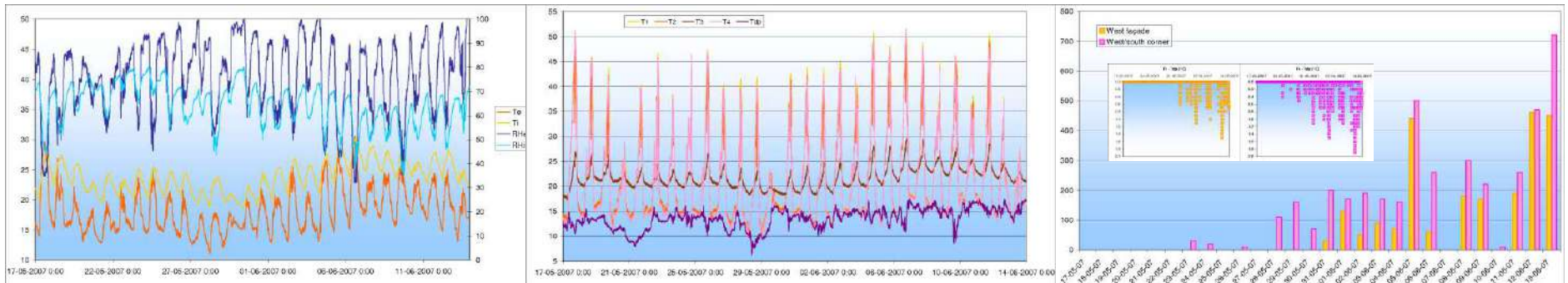
Crescimento microbiológico na camada exterior da ETICS



Medições in situ



Resultados experimentais: Condensação Externa



LFC - Higrotérmica

Durabilidade: Previsão - Ação higrotérmica

O Problema

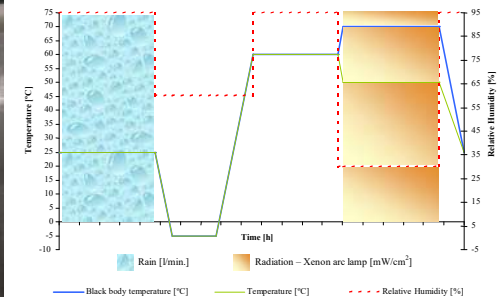
Adesivo cimentício em revestimentos cerâmicos de paredes externas



Argamassa de revestimento para uso externo



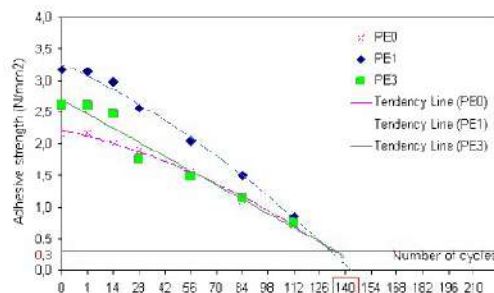
Ensaio



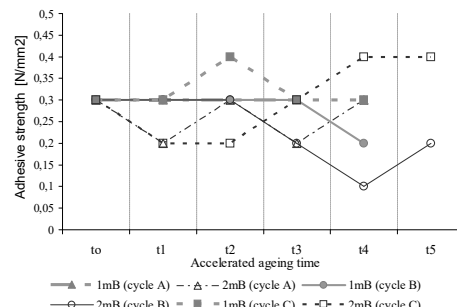
Accelerated ageing

Resultados experimentais

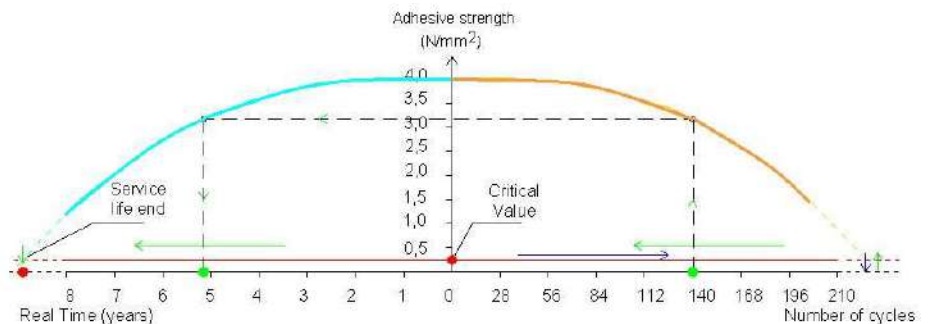
Adesivo cimentício
Previsão de duração útil
para adesivo cimentioso C2



Argamassa de revestimento
para uso externo
Evolução da força adesiva



Conclusões



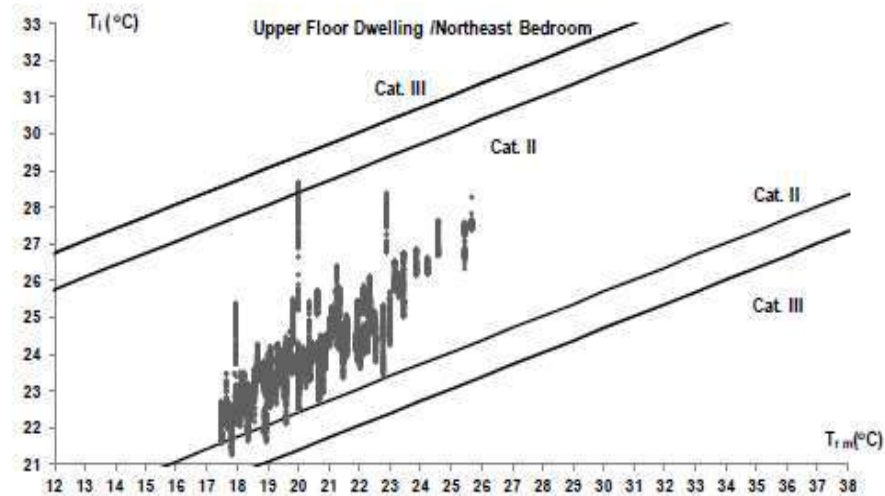
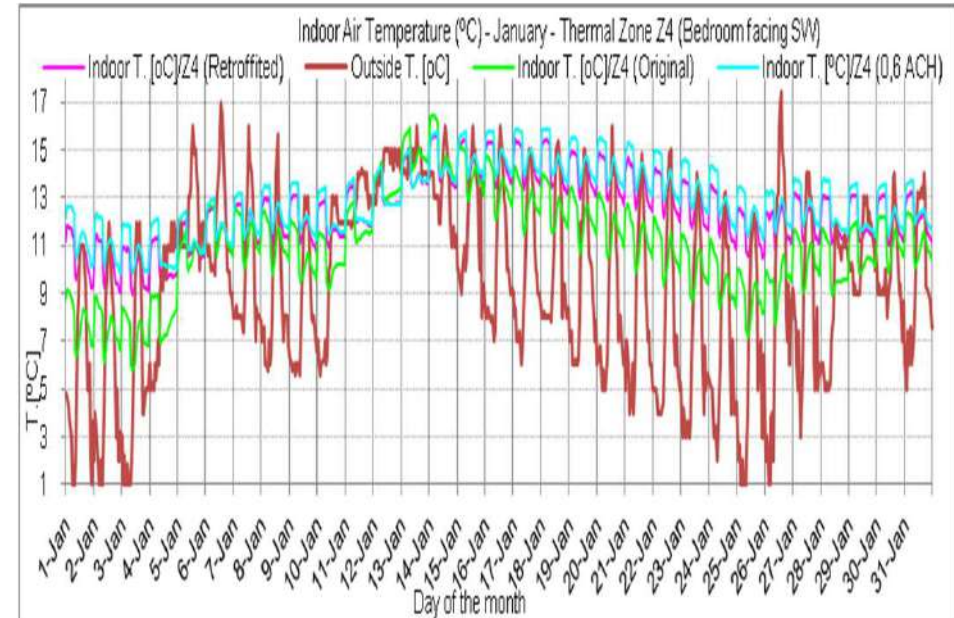
Conhecendo a curva de degradação de uma dada característica, será possível estabelecer uma correspondência entre o número de ciclos de envelhecimento artificial acelerado e o número de anos em tempo real.

Câmara de chuva

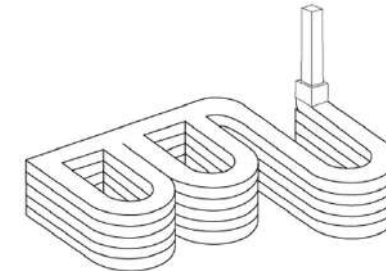


Habitação Social - Reabilitação

Energia... e conforto



Impressão 3D Blocos térmicos

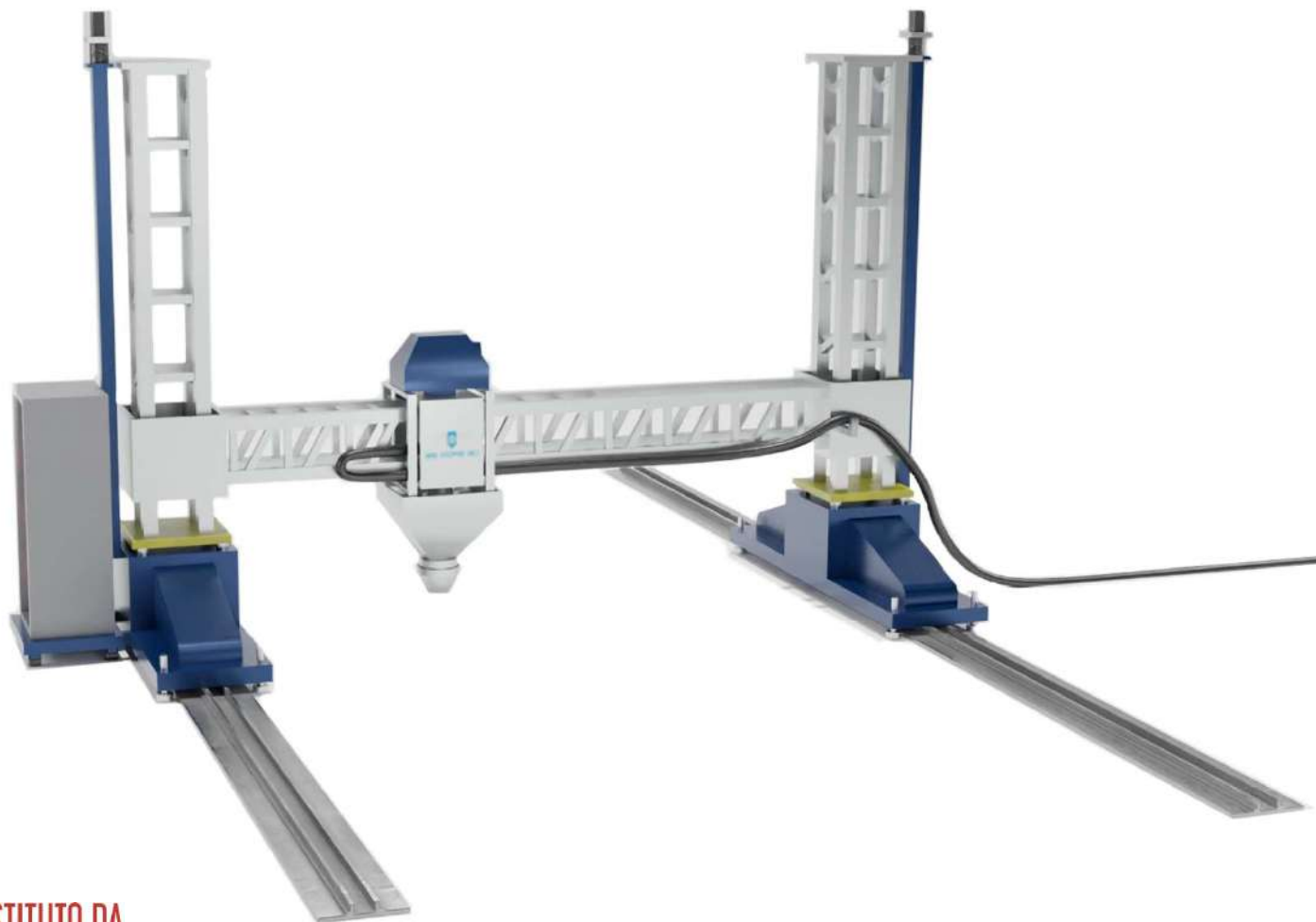
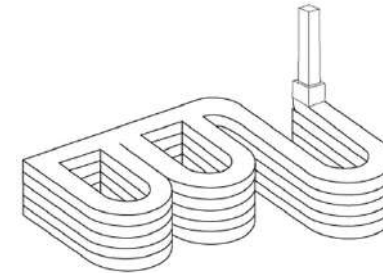


MIT-EXPL/TDI/0041/2019 – Campanha experimental



Material Properties	Standard	Method	Status
Dry Bulk Density	EN 1015 – 10: 1999	Volume by Means of Displacement	$\rho = 2059,7 \text{ kg/m}^3$
Saturation Moisture Content	EN 13755: 2008	Total Immersion at Atmospheric Pressure	$W_{\text{sat}} = 152,5 \text{ kg/m}^3$ $A_b = 7,4\%$
Specific Heat Capacity	ASTM E1269 – 11: 2018	Differential Scanning Calorimetry	$972 \pm 61 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ for 25 °C
Porosity	ISO 15901 – 1: 2016	Mercury <u>Porosimetry</u>	
Water Absorption (Capillary Action)	EN ISO 15148: 2002	Partial Immersion	$A_w = 0,00132 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s}^{0,5})$
Water Vapour Permeability	EN ISO 12572: 2016	Dry and Wet Cup	
Thermal Conductivity (Dry and as a Function of Moisture Content)	EN 12664: 2001	Guarded Hot-Plate	$\lambda_{\text{dry}} = 1,342 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ (ITeCons) $\lambda_{\text{dry}} = 1,327 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ (FEUP) $\lambda_{23^\circ, 50\%} = 1,499 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ (FEUP)
Moisture Storage Function	ISO 12571: 2013	Climatic Chamber	

Impressão 3D



 INSTITUTO DA
CONSTRUÇÃO

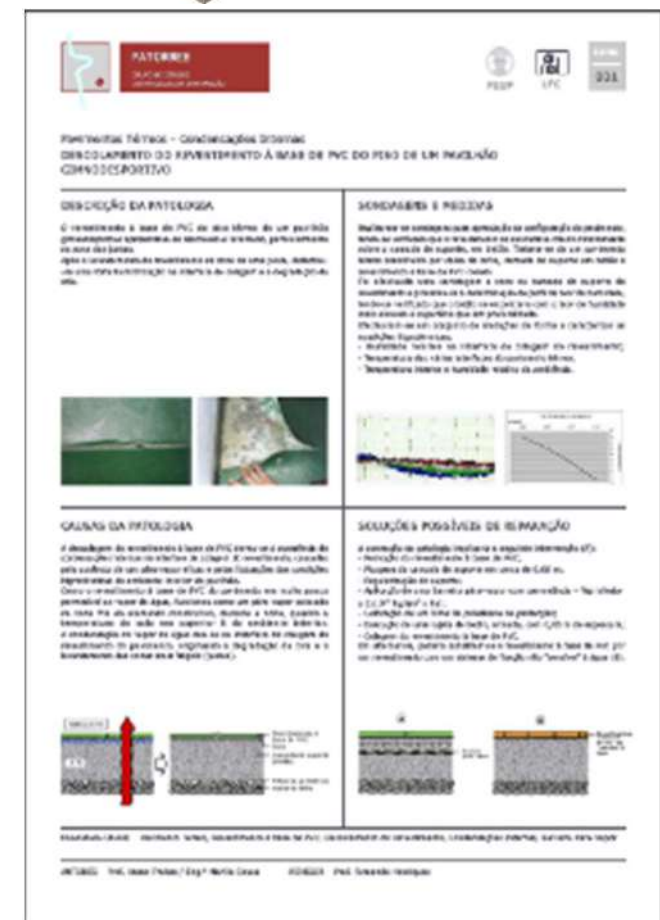
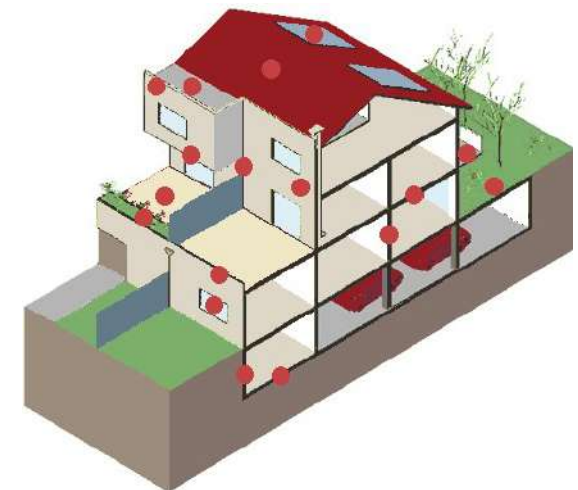
 CONSTRUCT

SMART 3D CUBE

- Área máxima de Impressão (AxCxL) 3.5m x 2,5m x 2,5m
- Altura do layer de 10mm a 50mm
- Espessura do layer de 30mm a 150mm

Grupo de estudos PATORREB

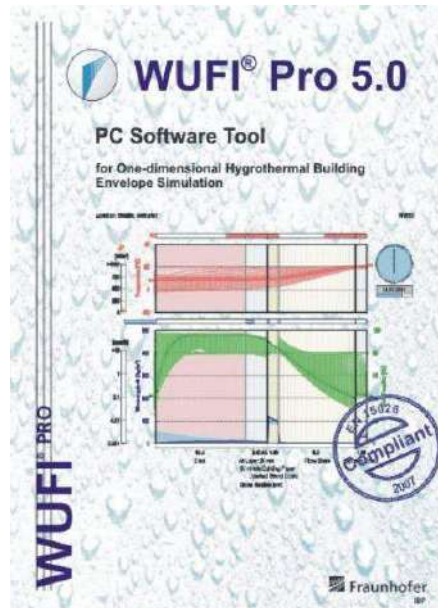
- Em março de 2004, foi criado o Grupo de Estudos para a Patologia e Reabilitação de Edifícios - PATORREB
- Tem a participação de outras sete universidades portuguesas: IST, UNL, FCTUC, UM, UBI, UA e UTAD
- O Grupo desenvolve um Catálogo de Patologias
- Os Ficheiros contêm a descrição do problema e dos métodos de diagnóstico, bem como a definição de causas para as patologias e possíveis soluções de reparação
- A divulgação do Catálogo de Patologias está a ser feita através do site criado pelo Grupo - www.patorreb.com
- 200 000 visitantes desde 2005





CONSTRUCT

Suporte ao desenvolvimento de Software



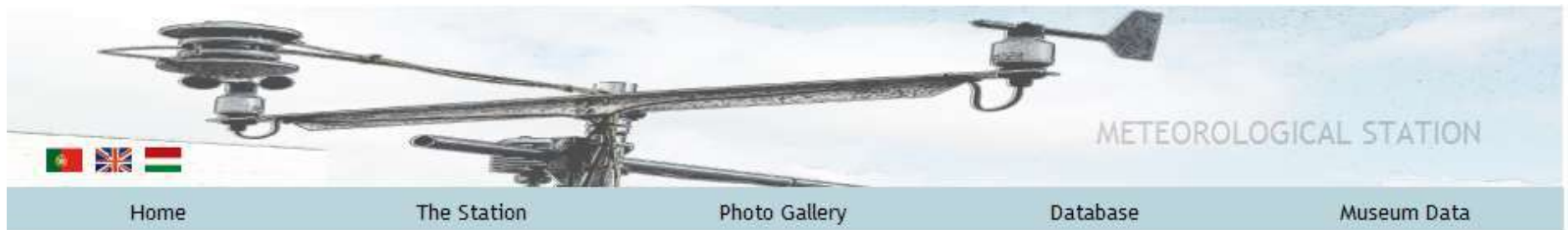
O Laboratório de Física das Construções (LFC), como Parceiros de Cooperação Internacional do Instituto Fraunhofer Institute for Building Physics (IBP), tem mercado em Portugal e Espanha com o programa WUFI Pro 5.0 (ver página Web www.fe.up.pt/wufi).

O LFC forneceu apoio científico ao desenvolvimento do programa Condensa 13788. Este programa permite a quantificação de condensações internas, com base no método de Glaser descrito na norma EN 137880.



Estação Meteorológica FEUP/LFC

A estação meteorológica está a funcionar desde setembro de 2001 e os seus dados foram disponibilizados online em 2006
(see <http://paginas.fe.up.pt/~lfc-scc/ukestacao.html>).



Time of the last refresh 2010.10.04 14:58



Temperature
19.1 °C



Humidity
62.4 %



Wind direction
0.1 °



Atmospheric pressure
999 hPa



Wind speed
1.4 km/h



Precipitation
coming soon



Diffuse solar radiation
134 W/m²



Global solar radiation
321 W/m²



Atmospheric radiation
237 W/m²



Radiation emitted by the ground
coming soon

LFC - Produção Científica- *Book Series (Springer)*

Editors-in-Chief of the Book Series “Building Pathology and Rehabilitation”, published by Springer-Verlag, <http://www.springer.com/series/10019>)

The screenshot displays the Springer website interface. At the top, the Springer logo is visible on the left, and navigation links for 'HOME', 'MY SPRINGER', 'SUBJECTS', 'SERVICES', 'IMPRINTS & PUBLISHERS', and 'ABOUT US' are on the right. Below the navigation bar, there is a search bar and a 'New & Forthcoming Titles' section. The main content area features a large book cover for 'Building Pathology and Rehabilitation' with a red background and white text. To the right of the cover, the title is repeated, followed by the series editors' names: 'Series Editors: Freitas, Vasco Ribeiro de, Costa, António Delgado, João M.P.O.' and the year '2012'. Below this, there are social media links for LinkedIn and Twitter. A 'SERVICES FOR THE SERIES' section on the right offers a 'Download Product Flyer' button. Further down, a 'TITLES IN THIS SERIES' section lists two books: 'Durability of Building Materials and Components' and 'Hygrothermal Behavior, Building Pathology and Durability'. Each book entry includes a small cover image, the title, series information, and pricing details. The bottom of the page shows a 'RESULTS TO YOUR QUERY' section with a count of '6 of 2'.

LFC - Organização de Conferências

- 12th International Conference on Building Materials and Components (XII DBMC 2011) that it will elapse at 12-15 April 2011, in the Faculty of Engineering of University of Porto
- The Conference have the RILEM, CIB, ASTM, NIST, NRC-CNRC and FEUP as corporate sponsors
- More than 400 abstracts presented
- The Building Physics Laboratory organized the 3th Meeting about Pathology and Rehabilitation of Buildings (PATORREB 2009) that it elapsed at 18-20 March 2009, in FEUP
- Have participated more than 400 professionals and more than 200 students
- Several Portuguese, Brazilian, Spanish and Latin America personalities were also present
- The Proceedings, published in two volumes, contain the 26 lectures and more than 140 presented papers
- The Building Physics Laboratory organized the 2th Meeting about Pathology and Rehabilitation of Buildings (PATORREB 2006) that it elapsed at 20-21 March 2006, in FEUP
- Have participated more than 400 professionals and more than 200 students
- It still counted with several national and Spanish personalities
- The Proceedings, published in two volumes, contain the 14 lectures and 67 presented papers



Contatos

Ana Sofia Guimarães - anasofia@fe.up.pt

Laboratório de Física das Construções- LFC
Rua Dr. Roberto Frias s/n, G113

4200-465 Porto

Tel: +351 225 082 257 (ou 1478 ou 1940) □

Fax: 225081940

e-mail: lfc-scc@fe.up.pt

url: <http://www.fe.up.pt/~lfc-scc>

