

FORUM

CONSELHOS CIENTÍFICOS
DOS LABORATÓRIOS DO ESTADO

25

Outubro de 2021

Auditório do LNEC em Lisboa

SEMINÁRIO

**A INVESTIGAÇÃO NOS
LABORATÓRIOS DO ESTADO
E A CONSTRUÇÃO DE UMA
SOCIEDADE SEGURA E
MAIS RESILIENTE**

Salubridade e boas condições
de ventilação

Armando Pinto



REPÚBLICA
PORTUGUESA



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

TEMA 1: Saúde e bem-estar

Salubridade e boas condições de ventilação

1. Enquadramento
2. Ventilação de inverno / verão
3. Um exemplo de ventilação natural para assegurar salubridade, eficiência energética e otimização dos custos do ciclo de vida

Enquadramento

Expresso Morre-se de frio em Portugal por falta de isolamento das casas

15 FEVEREIRO 2010 12:36



Portugal é dos países onde as mortes mais aumentam no inverno

MARTA F. REIS
12/01/2019 11:13

© Dreamstime

CORONAVÍRUS

Frio explica uma em cada quatro mortes em excesso de Janeiro

Dados preliminares do Insa indicam que as baixas temperaturas terão sido responsáveis por cerca de 24% dos óbitos em excesso. Janeiro foi o quarto mês mais frios dos últimos 20 anos em Portugal.

PÚBLICO

11 de Fevereiro de 2021, 18:47

Receber alertas

EL PAÍS

Ciência

CORONAVÍRUS · PESQUISAS MÉDICAS · ASTRONOMIA · J

Você ainda pode ler 9 textos gratuitos este mês

CRISE CLIMÁTICA >

O que mata mais, o excesso de frio ou de calor?

Estudo aponta que o número de mortes atribuíveis às baixas temperaturas na Europa é 10 vezes maior, mas pesquisadores alertam: a mudança climática vai inverter essa relação



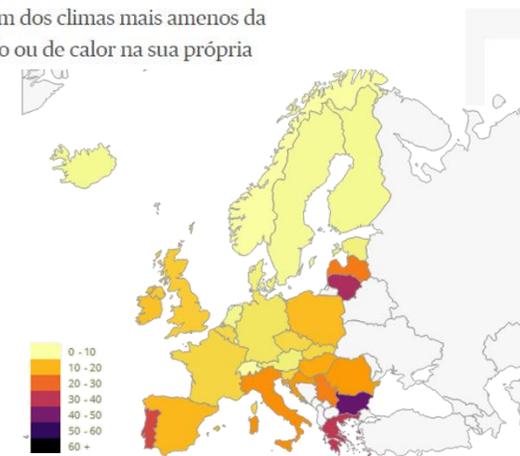
CIÊNCIAS SOCIAIS EM PÚBLICO (XXXVII) - ANÁLISE

Pobreza energética: por que está Portugal entre os piores da UE?

Num momento em que se começa a reconhecer a gravidade do problema da pobreza energética, importa compreender como, num país com um dos climas mais amenos da União Europeia, a população sofre tanto de excesso de frio ou de calor na sua própria casa.

Ana Horta

13 de Dezembro de 2020, 7:22

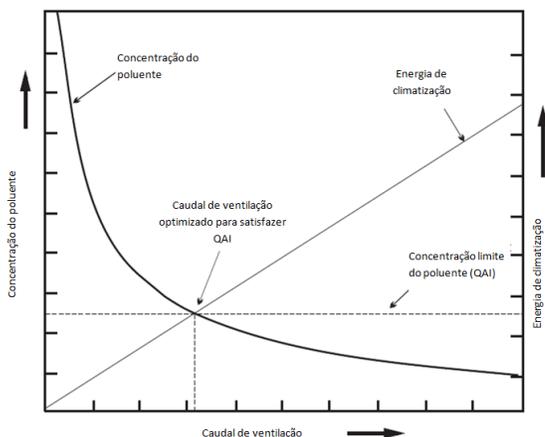
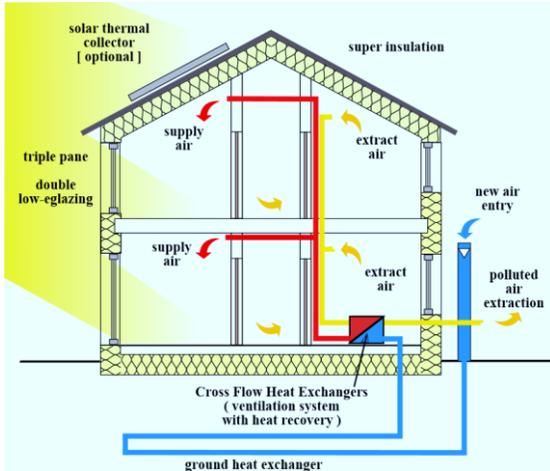


imobiliário 16/06/2021

NOTÍCIAS · EDIÇÃO PAPEL · EMPREENDIMENTOS · OPORTUNIDADES · OPINIÃO · MULTIMÉDIA · VALOR DA SUA CASA

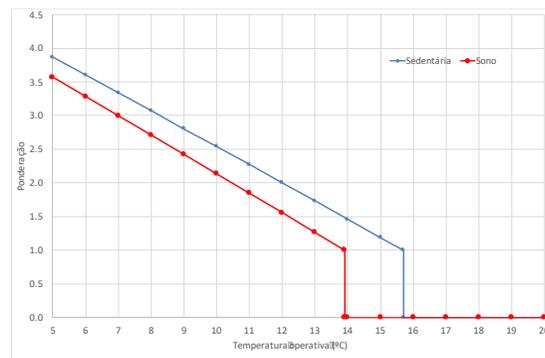
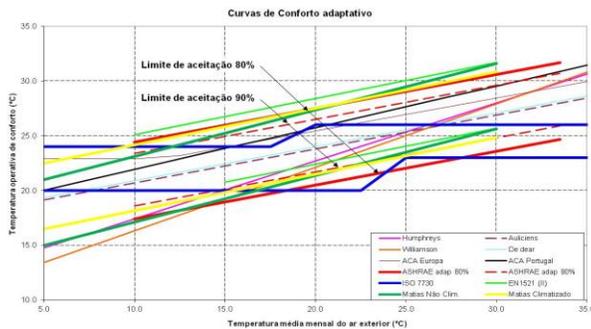
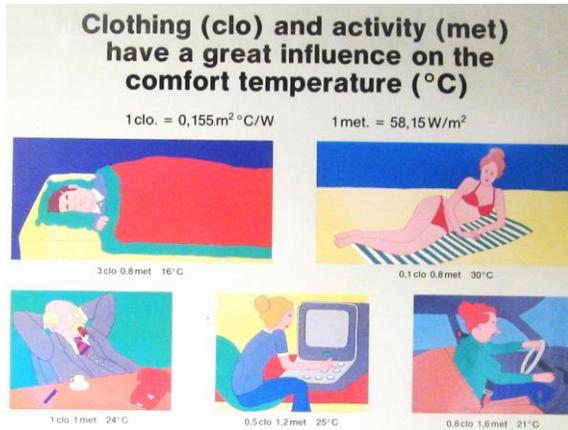
“PRR é uma oportunidade única para investirmos na recuperação energética dos edifícios”

Enquadramento



- Assegurar a salubridade nos edifícios significa dispor de boas condições de conforto (térmico, qualidade do ar, iluminação e acústico)
- Envolve aspetos de arquitetura, qualidade da construção, instalações técnicas, clima, aspetos comportamentais e económicos.
 - No interior dos edifícios a qualidade do ar (QAI) é normalmente pior do que no exterior (VOC, HCHO, microrganismos), podendo ser causa de desconforto, problemas respiratórios, alergias, doenças.
 - Causas para insuficiente QAI: ar exterior, construção, atividades, aparelhos de combustão, materiais, sistemas de ventilação, taxa de renovação do ar, campo de velocidades e turbulência do ar.
 - Controlo na fonte: Reduzir as fontes de poluição do ar interior (ar exterior, materiais, equipamentos).
 - Controlo na exposição: ventilação (extração) local junto das fontes e ventilação geral para diluição e remoção dos poluentes.
- Em edifícios cada vez mais bem isolados a ventilação é decisiva para:
 - Criar boas condições de conforto térmico no inverno, evitando perdas de calor desnecessárias devido às infiltrações e renovação do ar interior destinada a assegurar a QAI;
 - Criar boas condições de conforto térmico no verão, assegurando o arrefecimento gratuito do ambiente interior com ar exterior mais fresco;
 - Controlo da exposição dos ocupantes aos poluentes do ar interior, por via da extração local junto das fontes e da ventilação geral para diluição e remoção dos poluentes

Contributos para reduzir o frio no interior das habitações



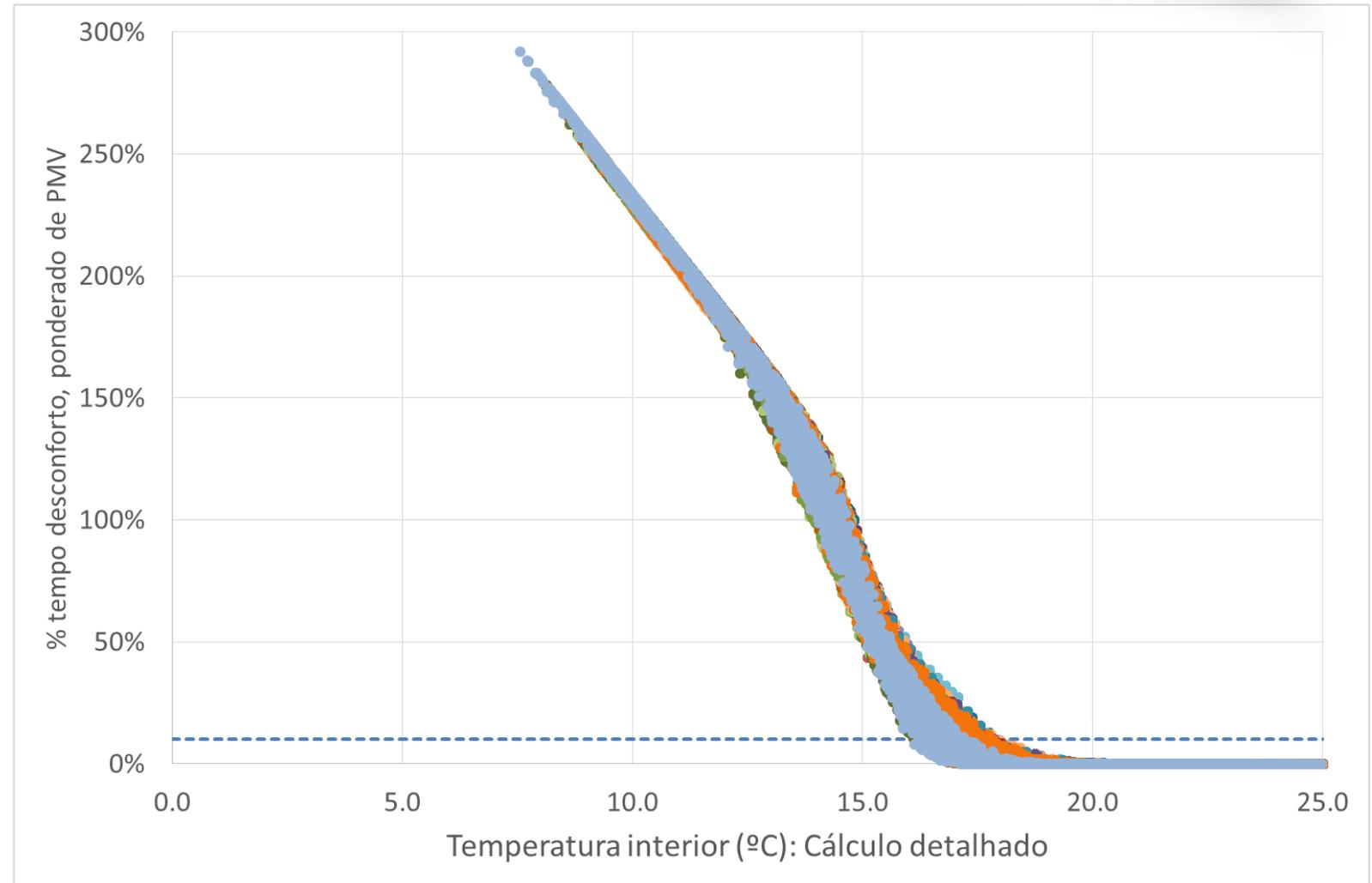
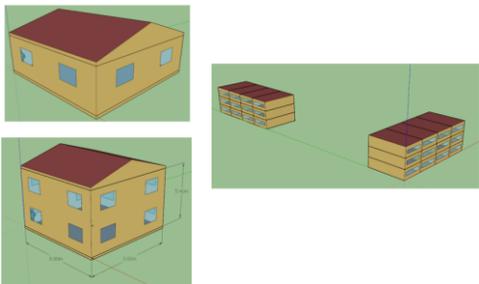
$$w_f = \sum \frac{PMV_{atual}}{PMV_{limite}} \Big|_{Se PMV_{atual} < PMV_{limite}}$$

- SCE vs Edifício de habitação confortável e de necessidades de climatização quase nulas
- Desenvolvimento de um indicador de conforto passivo de habitações para o inverno:
 - Definir condições de conforto para período de inverno
 - Realizar avaliação para conjunto de habitações tipo
 - Estabelecer método, indicador e classificação
- Conforto térmico
 - Conforto térmico é definido como uma condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico circundante.
 - Classe C de conforto térmico ISO 7730. Percentagem previsível de insatisfeitos (PPD) não superior a 15% e um voto médio previsto de ±0,7 (PMV com escala de sete valores de -3 muito frio a +3 muito quente).
 - Avaliação das condições de conforto por cálculo horário ao longo de 1 mês: Método C da norma ISO 7730 (Média ponderada de PMV em função do desvio ao PMV aceitável) com limite de 10% do “tempo”, ou seja, 74 h em janeiro.

Desenvolvimento de indicador de conforto passivo de habitações no inverno.
Estudo financiado e desenvolvido em conjunto com a ADENE.

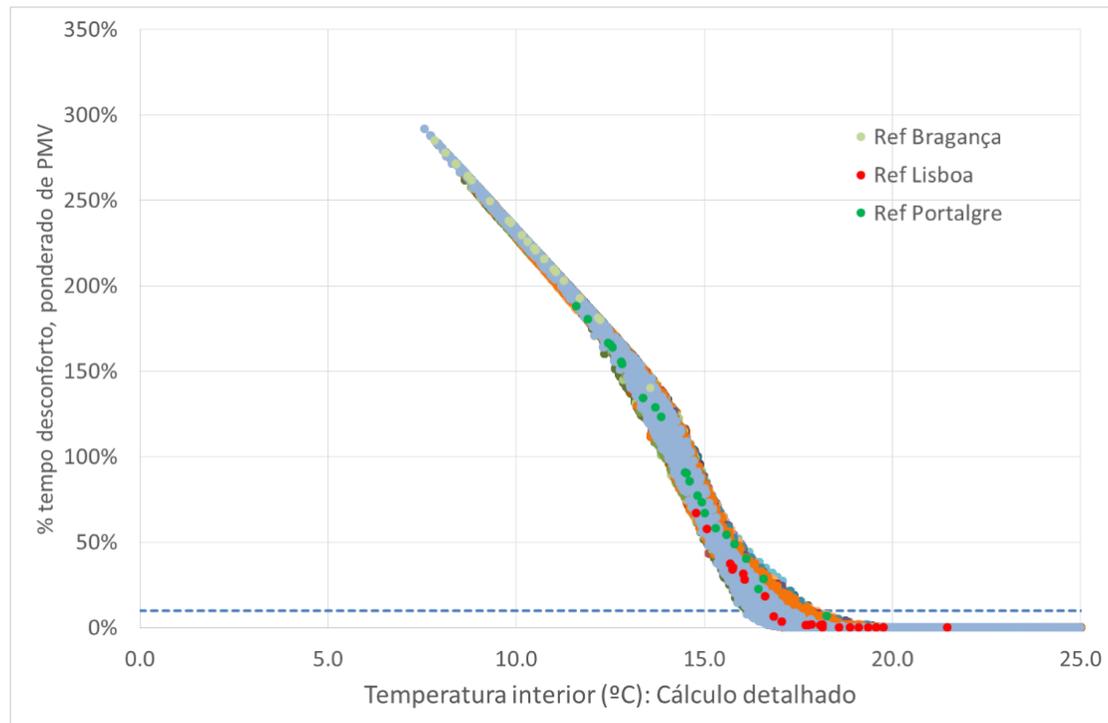
Contributos para reduzir o frio no interior das habitações

- Avaliadas 4 épocas de construção
 - Até 1960 (1950)
 - 1961-1990 (1980)
 - 1991-2012 (2000)
 - 2013-2020 (2014)
- Três zonas climáticas de Inverno:
 - I1-Lisboa
 - I2-Portalegre
 - I3-Bragança
- Edifícios do tipo:
 - Unifamiliar
 - Multifamiliar
- Cerca de 645 000 casos

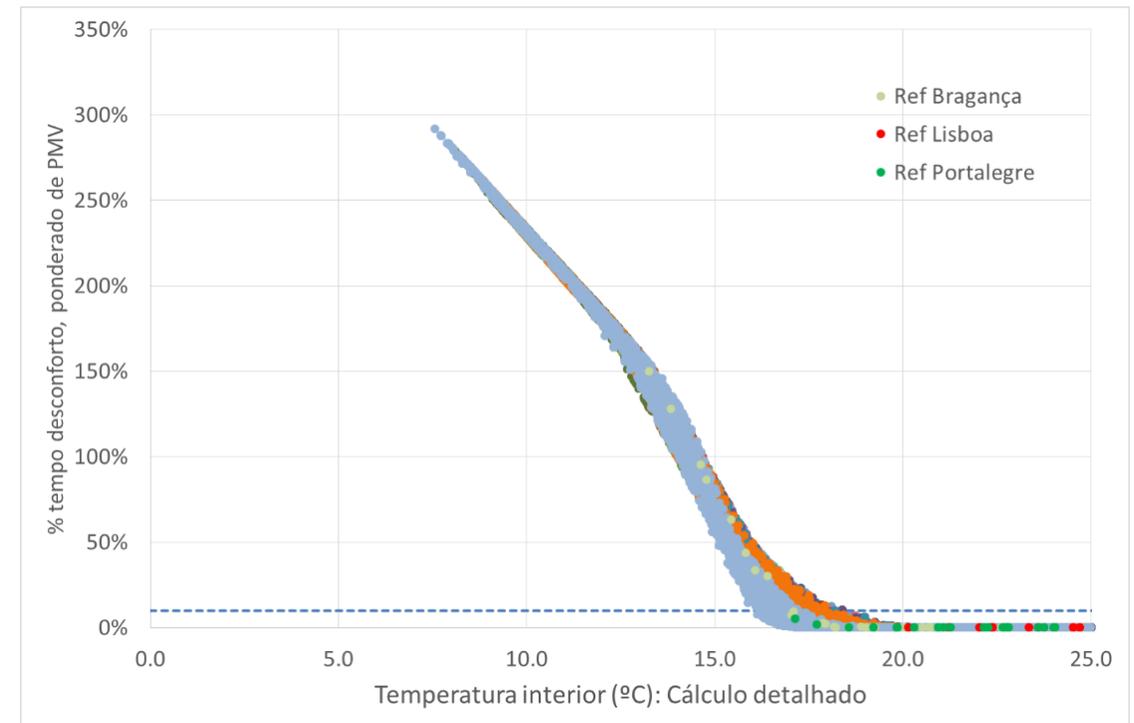


Contributos para reduzir o frio no interior das habitações

Multifamiliar (<1960)

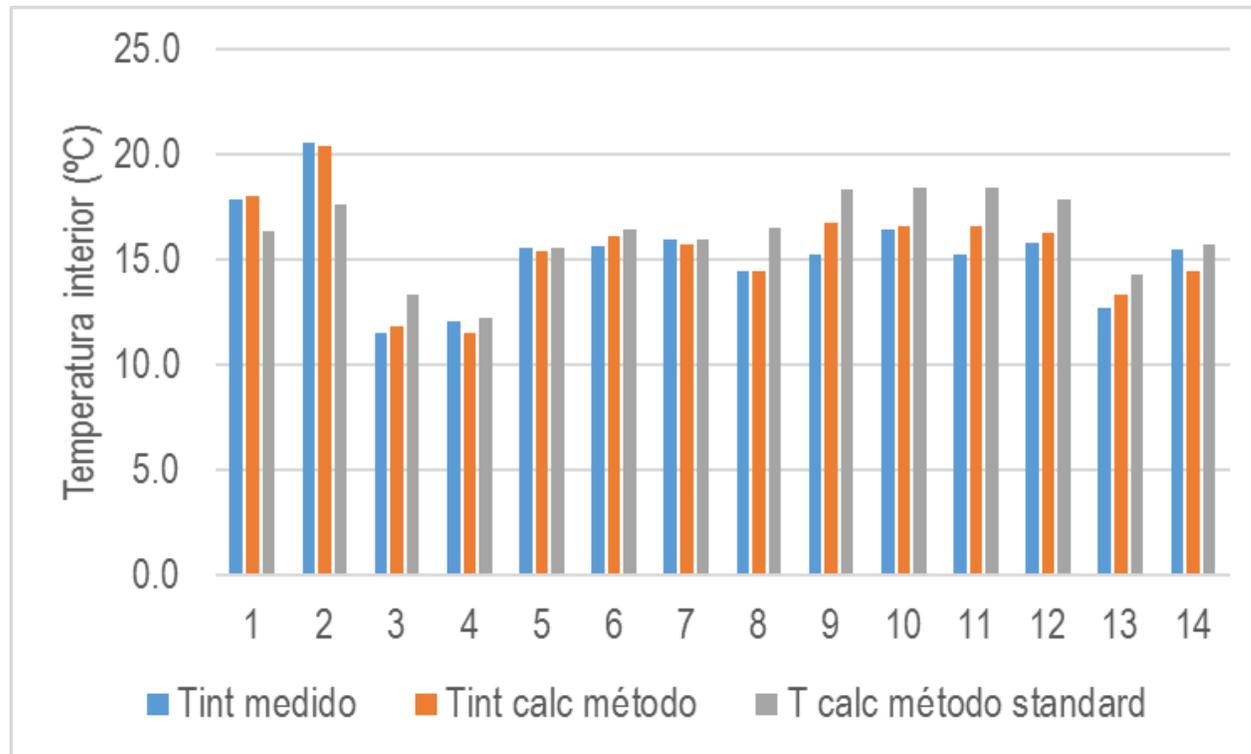


Multifamiliar (novos)



Localidades mais frias (I3/I2), recuperação de calor no sistema de ventilação

Comparação dos valores da temperatura interior medidos e calculados



Comparação dos valores da temperatura interior medidos e calculados.

“Tint calc método” considera a melhor informação disponível.
“Tcalc método standard”, considera ganhos térmicos internos, renovação do ar e temperatura exterior de referência.

A temperatura interior média estimada para janeiro ($T_i \sim T_e + G/H$), pode ser usada como indicador do comportamento térmico passivo:

- $T_i \geq 18^\circ\text{C}$ indiciam % tempo desconforto, ponderado de PMV inferior a 10%
- $T_i \leq 16^\circ\text{C}$ indiciam % tempo desconforto, ponderado de PMV superior a 10%

Escala baseada na temperatura interior:
Conforto / Conforto moderado / Desconforto

Avaliar “conforto”:

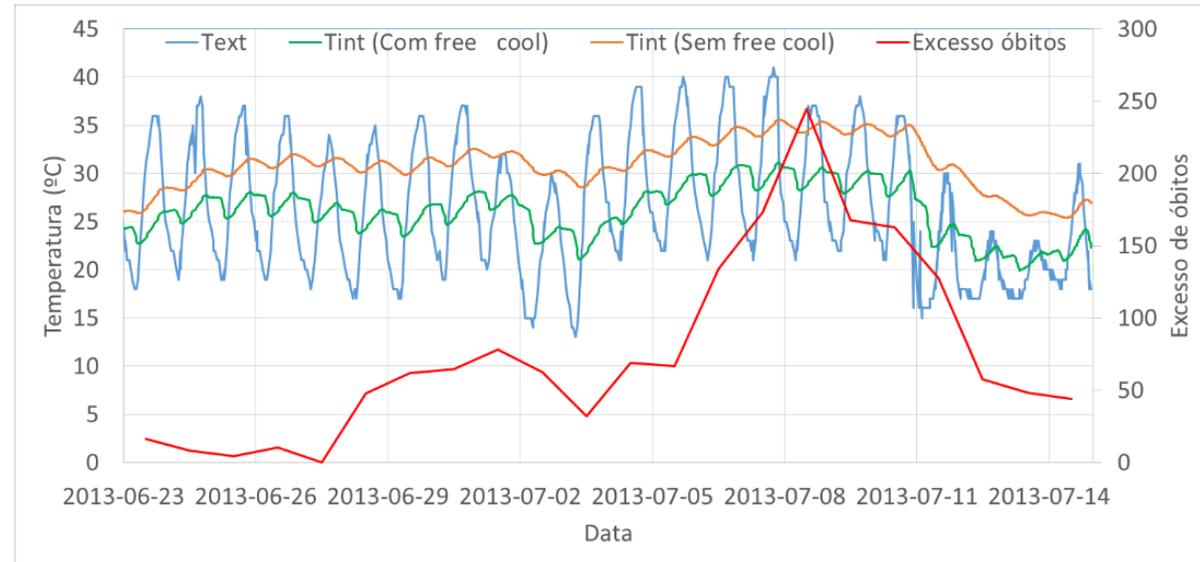


energia:



Ventilação verão - conforto

Onda de calor	Duração (dias)	Excesso de óbitos
1981	11	1900
1991	9	1000
2003	18	1953
2013	9+11	1684



Impacto da intensificação da ventilação nas condições interiores de temperatura e no excesso do número de óbitos nos períodos de onda de calor de 2013

Fonte: Pinto, A. - Ventilação no período de verão: free cool. In Construção Magazine n.º 74, 2016, pág. 42-43.

*Tese de Doutoramento Mariana Rego Neto (FCT 2020.06431.BD)
RELACIONAR BEM-ESTAR E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS*

Termas Romanas de Chaves

Ventilação Natural para promover salubridade, conforto, qualidade do ar e eficiência energética



IV



2006



2014



2015



2016

https://and-re.pt/competition-win_-_musealisation-of-chaves-roman-thermal-baths/



2018

Maiores Termas Medicinais Romanas da Península Ibérica, em Chaves. Descobertas em 2006 quando se estava a construir um parque de estacionamento. Colocada cobertura em 2014. Problemas de humidade 2015. Concurso de Musealização 2016, com sistema de ventilação mecânico. Pedido de colaboração do LNEC em 2018. Museu com cerca de 39x37x8m³, A~1450 m² e V~11600 m³.

Abordagem

Observação, recolha de informação
experimentação



Análise dos dados, criação de
modelo numérico, validação



Estudo do funcionamento da
solução de projeto e identificação
de propostas alternativas



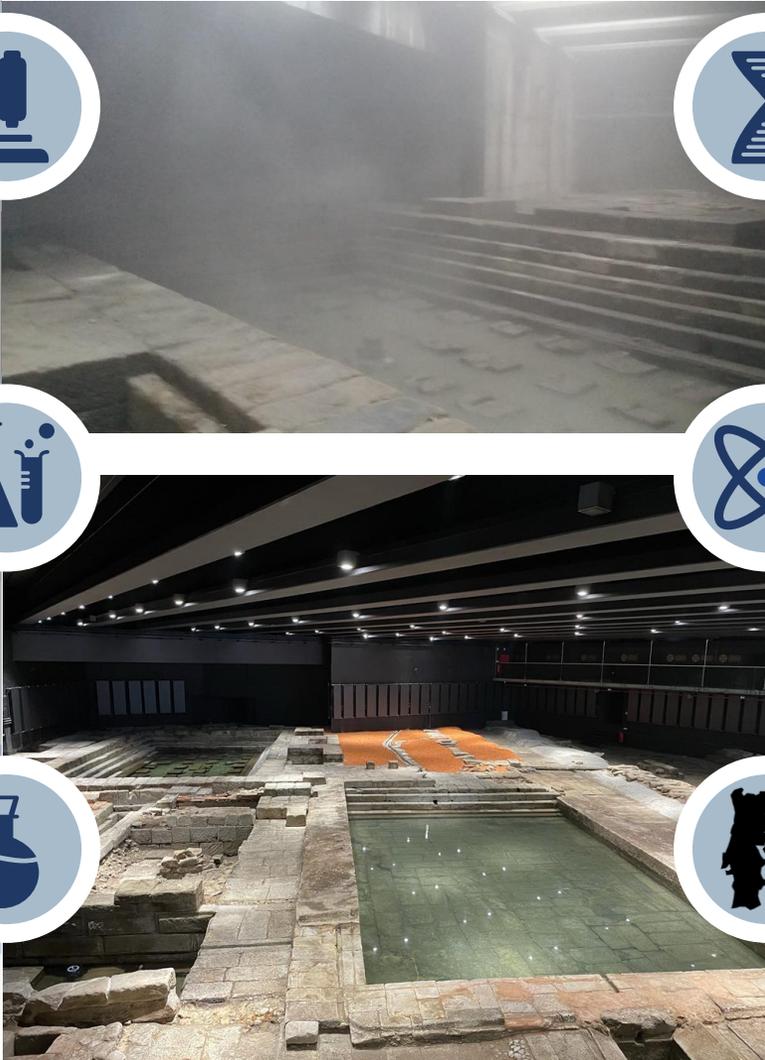
Discussão dos resultados e apoio à
revisão do projeto com
ventilação natural



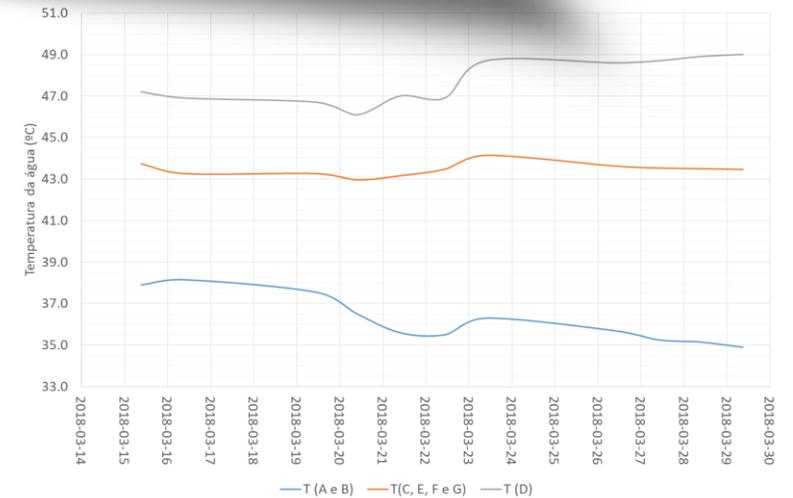
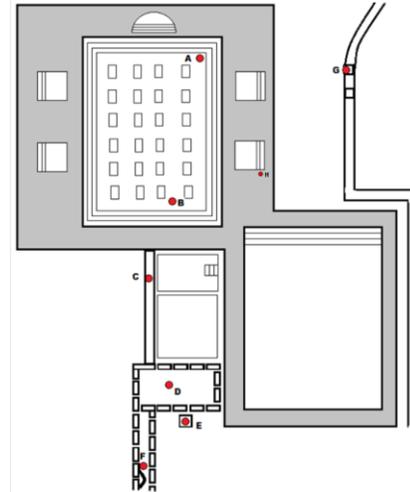
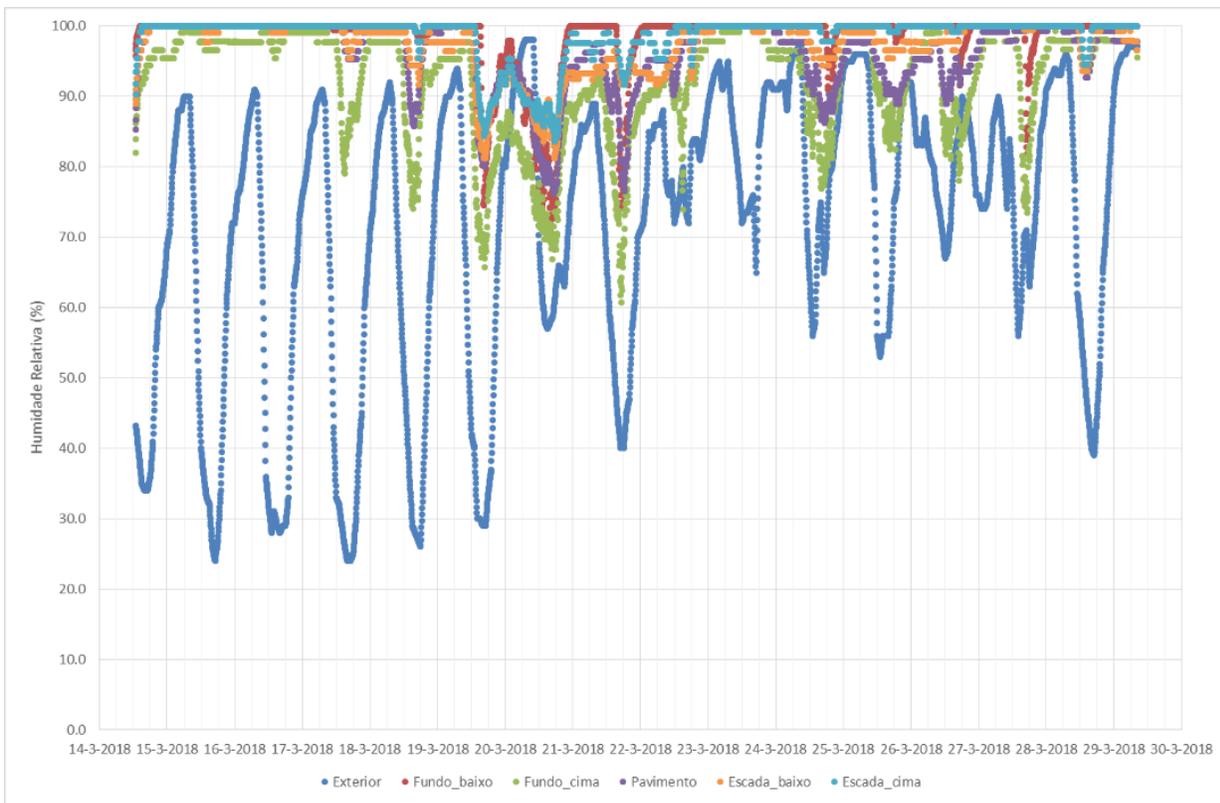
Acompanhamento da obra e
ensaios de funcionamento



Acompanhamento e validação do
funcionamento do sistema

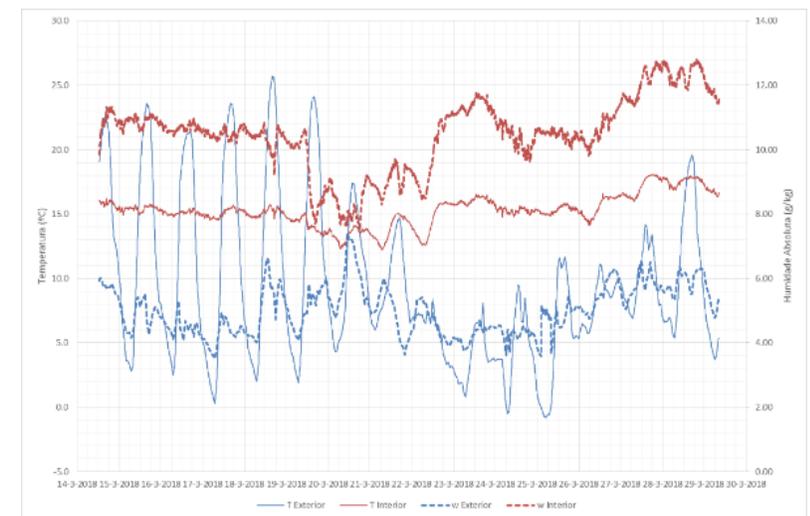


Observação, recolha de informação, experimentação

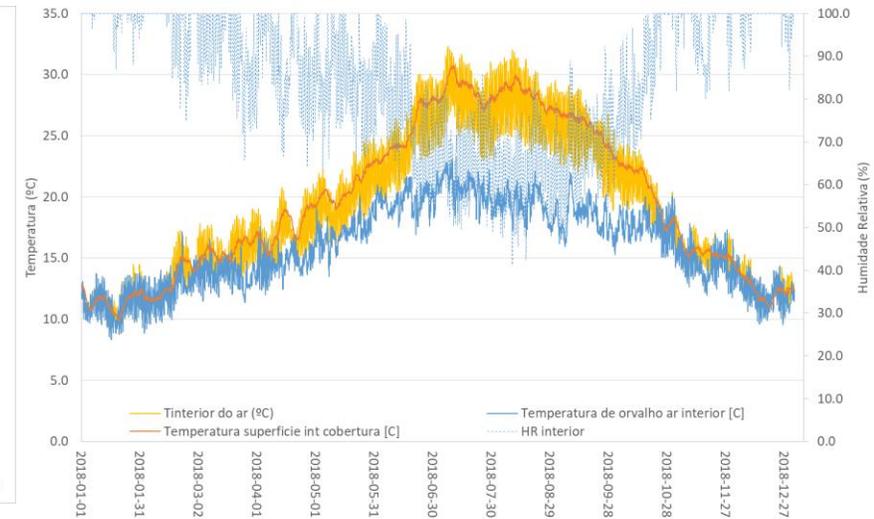
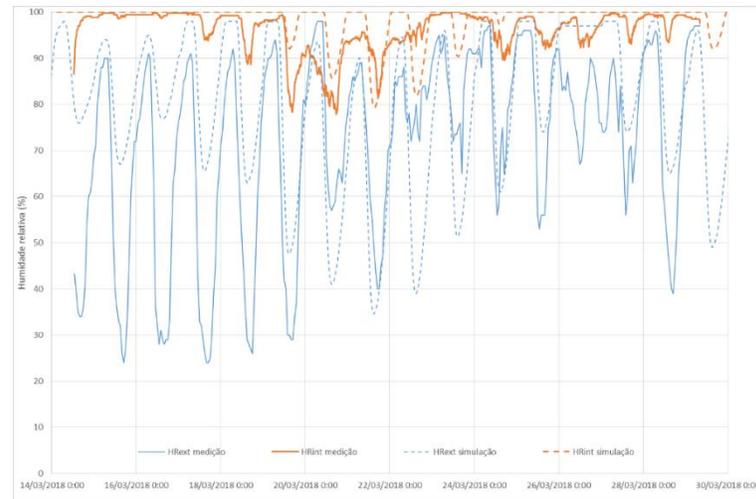
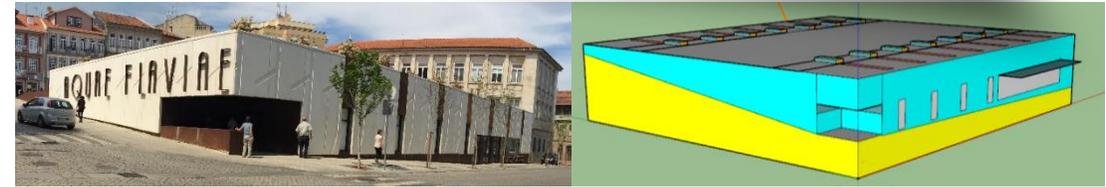
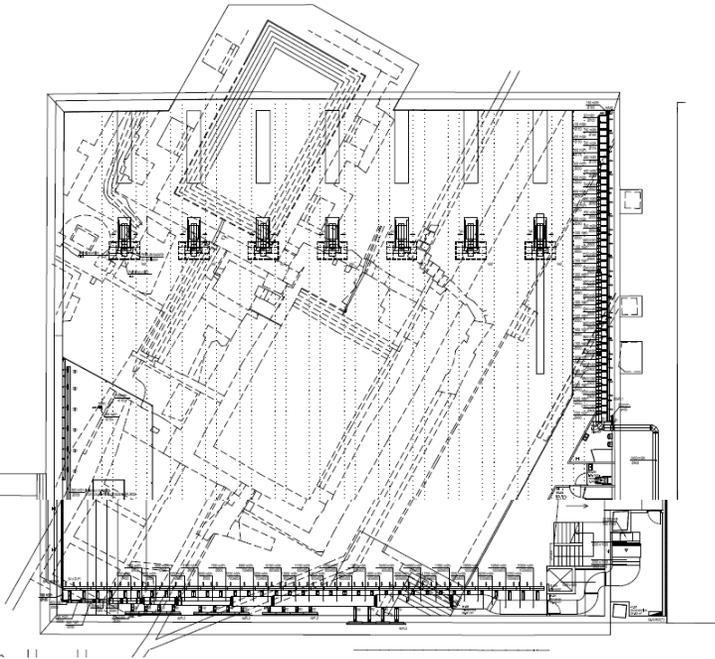


Plano de água a 36°C

- A taxa de renovação de ar devido às aberturas existentes próxima de $\sim 1 \text{ h}^{-1}$
- Humidade relativa interior frequentemente acima de 80% e com extensos períodos com 100%, apresentando elevado risco de condensação superficial



Análise dos dados, criação de modelo numérico, validação



Projeto:

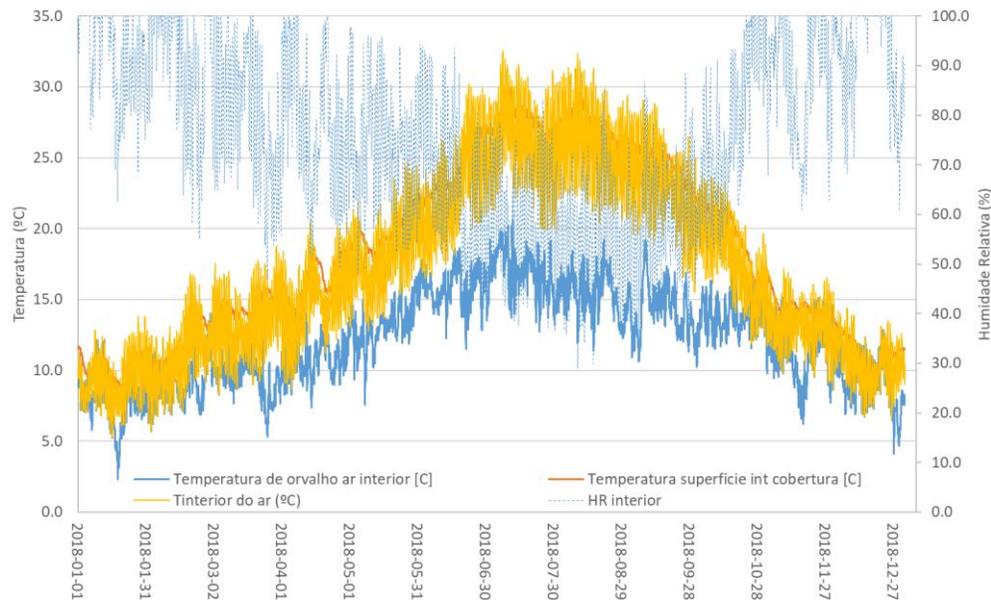
Sistema de insuflação e de extração mecânica de ar com um caudal de 23900 m³/h (cerca de 2 rph)
Potência de ventilação de 27.8 kW (consumo anual de eletricidade de aproximadamente 189 000 kWh, ~€32000, para 0.17 €/kWh).

- Boa concordância na estimativa da humidade relativa do ar interior entre o modelo e as medições, com extensos períodos acima de 80% e mesmo de 100%.
- Condensações frequentes até maio e depois de outubro

Estudo do funcionamento da solução de projeto e identificação de propostas alternativas

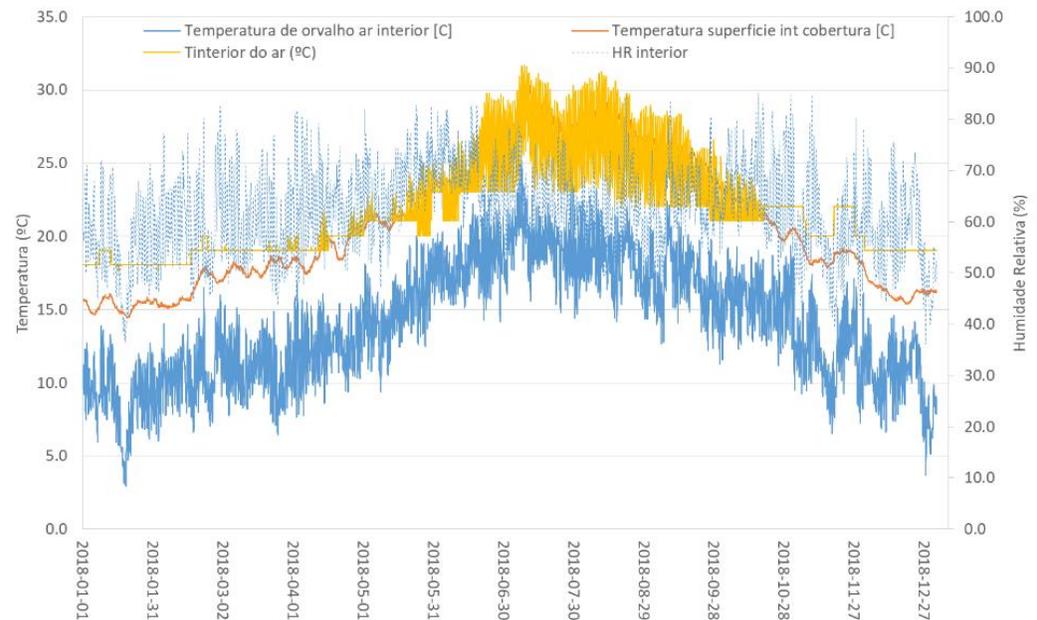
Solução do projeto: Ventilação mecânica, sem aquecimento e desumidificação

- Em janeiro, 6% do tempo com ocorrência de condensações, em 90% do tempo a humidade relativa é superior a 80%.
- Consumo de ventiladores: 189 000 kWh, €32000/ano, 68tonCO₂

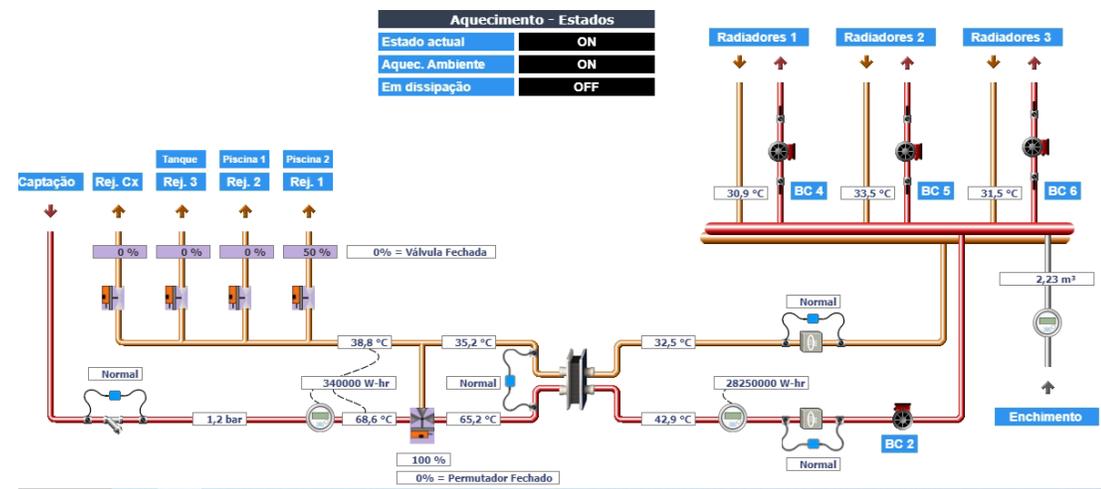
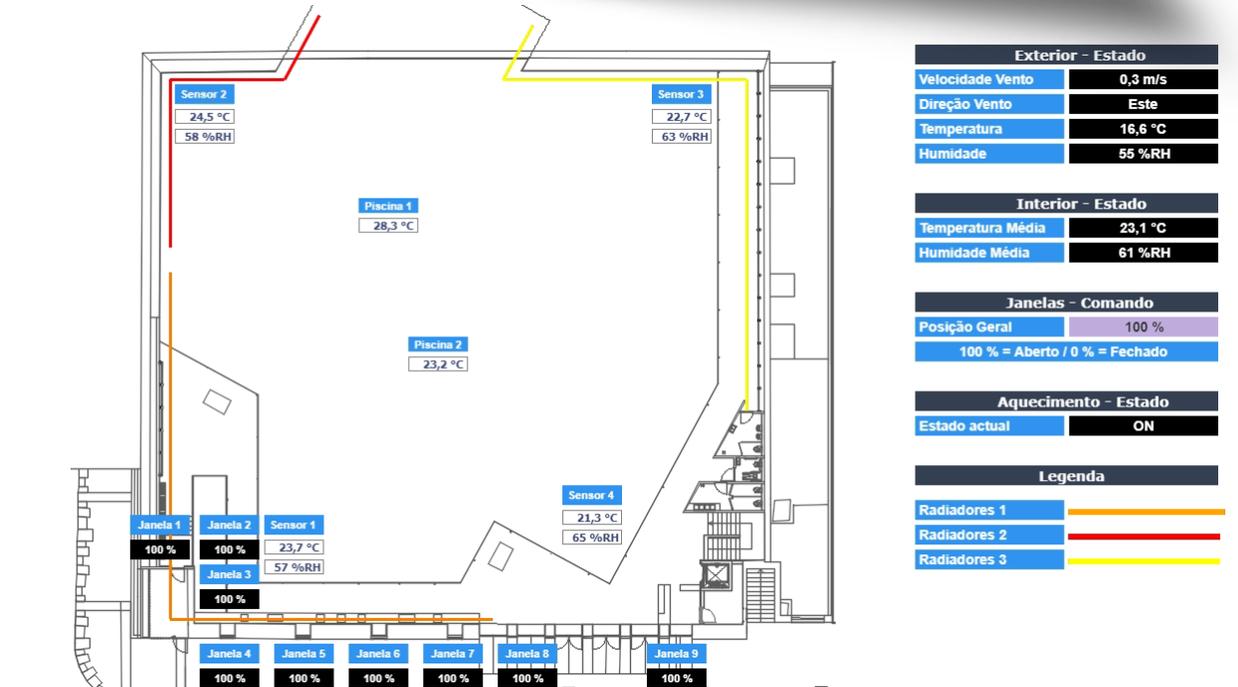


Proposta de melhoria com energia renovável Ventilação natural e aquecimento (com geotermia)

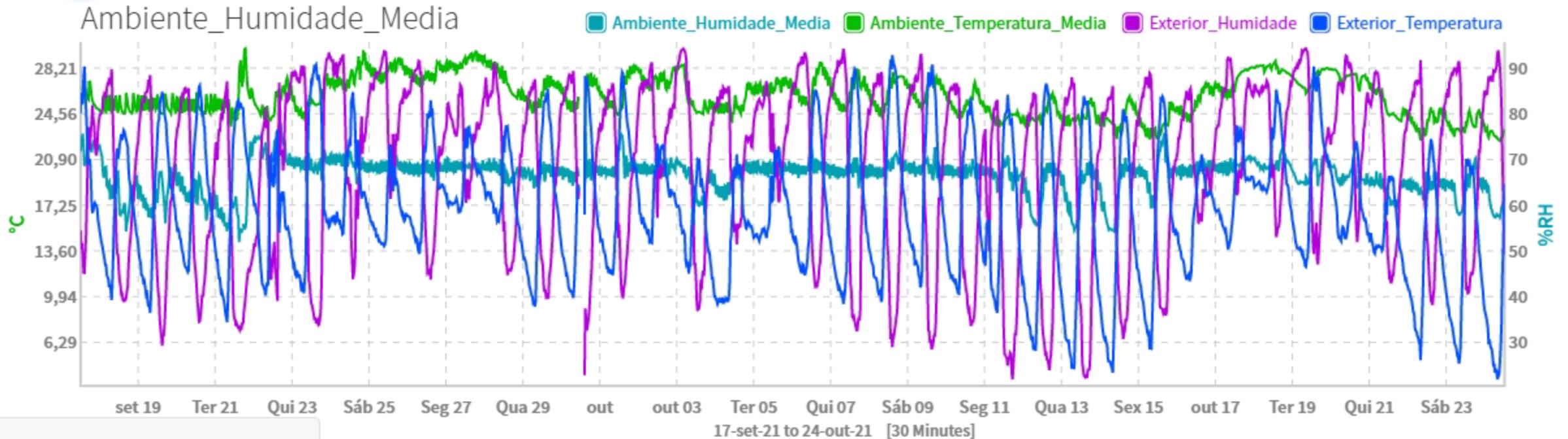
- Prevenção de ocorrência de condensações, humidade relativa inferior a 80%.
- Aberturas 9 m² entrada / 8 m² saída
- Aquecimento anual: 400 000 kWh
- Bomba circuladora: 4 720 kWh, €800/ano, 1,7tonCO₂



Acompanhamento da obra e ensaios de funcionamento

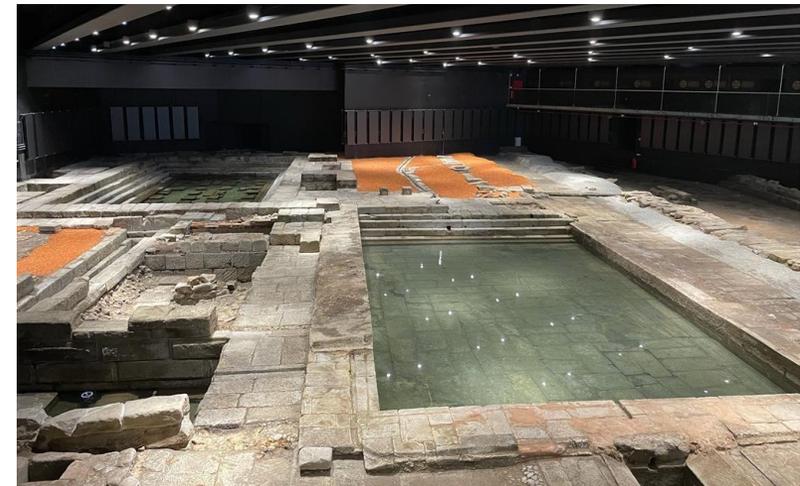


Acompanhamento e validação do funcionamento do sistema



Sistema ainda a funcionar de forma provisória.
Controlo efetivo da humidade relativa do ar interior e da temperatura.

*Tese de Doutoramento Rafaela Mateus (FCT 2020.06428.BD) -
Ventilação Natural de Grandes Espaços: Simulação Numérica e
Validação Experimental para a Eficiência Energética*



Conclusões

01

Inovação e
investigação

Experimentação/Modelação

02

Responder a
problemas da
sociedade

03

Apoio às políticas
públicas

FORUM

CONSELHOS CIENTÍFICOS
DOS LABORATÓRIOS DO ESTADO

25

Outubro de 2021

Auditório do LNEC em Lisboa

SEMINÁRIO

**A INVESTIGAÇÃO NOS
LABORATÓRIOS DO ESTADO
E A CONSTRUÇÃO DE UMA
SOCIEDADE SEGURA E
MAIS RESILIENTE**

Obrigado!

Armando Pinto

E-mail: apinto@lneec.pt



REPÚBLICA
PORTUGUESA



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL