

ASPECTOS DO COMPORTAMENTO HIGROTÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE ELEVADA
INÉRCIA TÉRMICA. CASO DE UMA BIBLIOTECA DO SÉCULO XVIII.

Gaspar, A. R.* ; D. A. Quintela e A.R. Figueiredo
Departamento de Engenharia Mecânica

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra - 3000 Coimbra, Portugal
Telef. 039-34863/68/80 Fax 039-26993

RESUMO

Neste trabalho analisa-se, de forma preliminar, o comportamento higrotérmico de uma biblioteca construída no século XVIII, pertencente ao núcleo histórico-arquitectónico da Universidade de Coimbra, a partir de dados registados numa campanha de medidas executadas por termo-higrómetros, durante os meses de Junho e Julho de 1993. Caracteriza-se a envolvente do edifício do ponto de vista da sua inércia térmica e simula-se o comportamento do piso superior, claramente mais sensível às solicitações climáticas exteriores, utilizando um algoritmo de cálculo apropriado. Aproveitando as características de elevada inércia do edifício, procura-se estabelecer as condições higrotérmicas interiores compatíveis com a preservação dos espécimes bibliográficos existentes, recorrendo a potências baixas e reduzidos custos de funcionamento.

ABSTRACT

A preliminar analysis is presented concerning the hygrothermal behaviour of the XVIII century library of the University of Coimbra, which is based on temperature and relative humidity measurements carried out during June and July 1993. A simulation is made utilising a suitable algorithm which takes account of the thermal inertia of the building and the time-evolutions of the outdoor values of temperature, relative humidity, global and diffuse solar radiation. It was possible to demonstrate that reasonable levels of internal temperature and relative humidity can be obtained with the use of relatively small climatisation plants and corresponding low energy costs.

KEYWORDS

Thermal performance of buildings; cooling and dehumidification loads.

* Bolseiro JNICT

INTRODUÇÃO

As condições climáticas interiores de uma biblioteca são muito importantes para a conservação dos espécimes bibliográficos arquivados. O papel e o pergaminho são materiais higroscópicos, e como tal tendem a equilibrar o seu teor de humidade com a pressão parcial de vapor da atmosfera envolvente, ou seja, com o valor da temperatura e da humidade relativa desta última. Humidades relativas elevadas (superiores a 60%) conduzem a alterações na composição química e a modificações das propriedades mecânicas do papel, favorecendo além disso o aparecimento de fungos e de bactérias quando ocorrem em simultâneo com valores também elevados da temperatura. Para valores da humidade relativa inferiores a 40% o papel perde elasticidade e as colas tornam-se quebradiças e frágeis. Os valores da temperatura e humidade relativa preconizados para a conservação dos livros são respectivamente $18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $55\% \pm 5\%$, valores esses que exigem quase sempre, em período estival, o recurso a instalações de climatização excessivamente potentes (Gavelin, 1972).

Em todo o caso, mais importantes do que os valores absolutos das grandezas referidas, são a homogeneidade espacial dos mesmos e a sua variação no tempo. Desde que esta seja lenta, podem admitir-se valores da temperatura oscilando entre 15 e 26°C desde que a humidade relativa não exceda cerca de 60% (R. Fauconnier et al., 1992). Assim pode explorar-se com vantagem a existência de características de estabilidade das condições interiores de edifícios de elevada inércia térmica, no sentido de se obterem condições razoáveis do ponto de vista da conservação dos espécimes bibliográficos à custa de potências de refrigeração e desumidificação instaladas relativamente baixas.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

No esquema da Fig. 1 indicam-se as dimensões interiores aproximadas do piso superior e inferior, bem como a orientação do edifício.

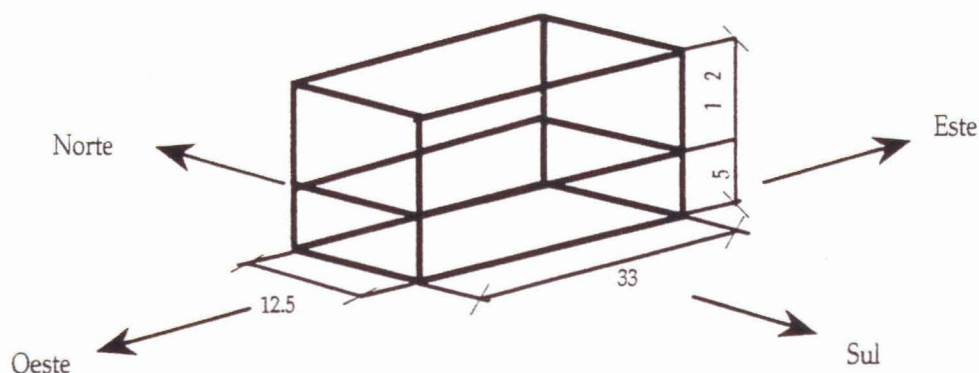


Fig. 1. Representação Esquemática, Dimensões (em metros) e Orientação dos Espaços Interiores.

Registaram-se em contínuo as temperaturas e humidades relativas nos dois pisos do edifício, através de termo-higrómetros previamente calibrados. Na Fig. 2 representam-se as evoluções das temperaturas e humidades relativas médias diárias correspondentes ao referido período, e na Fig. 3 a evolução dos valores horários dessas grandezas ao longo de

um dia particular. Em ambas as figuras representam-se também as correspondentes evoluções dos valores exteriores.

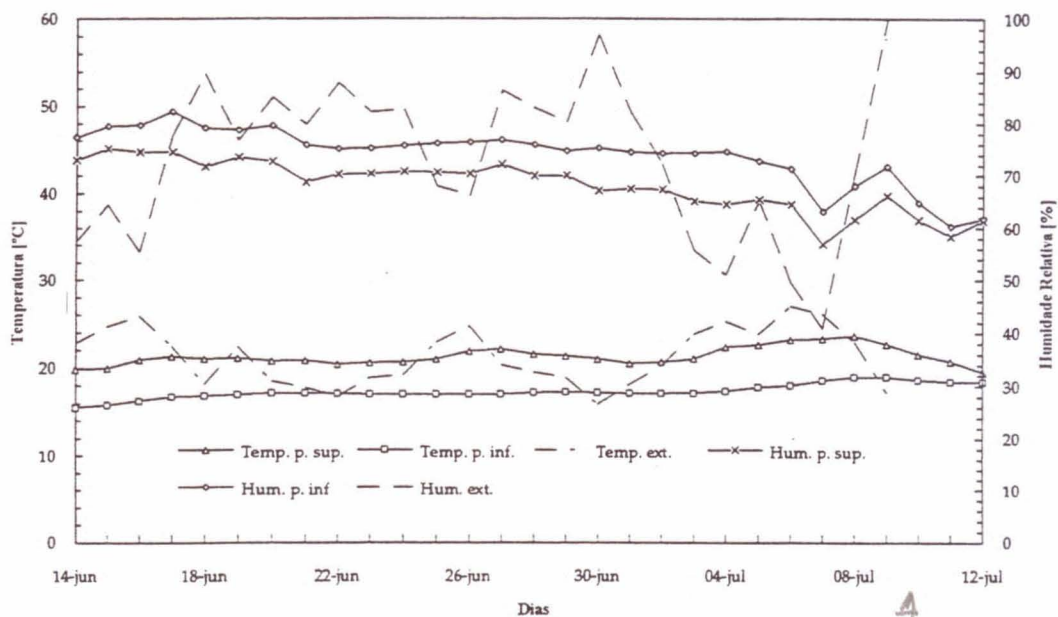


Fig. 2. Temperaturas e Humidades Relativas Médias Diárias dos Pisos Superior e Inferior e Correspondentes Valores Exteriores.

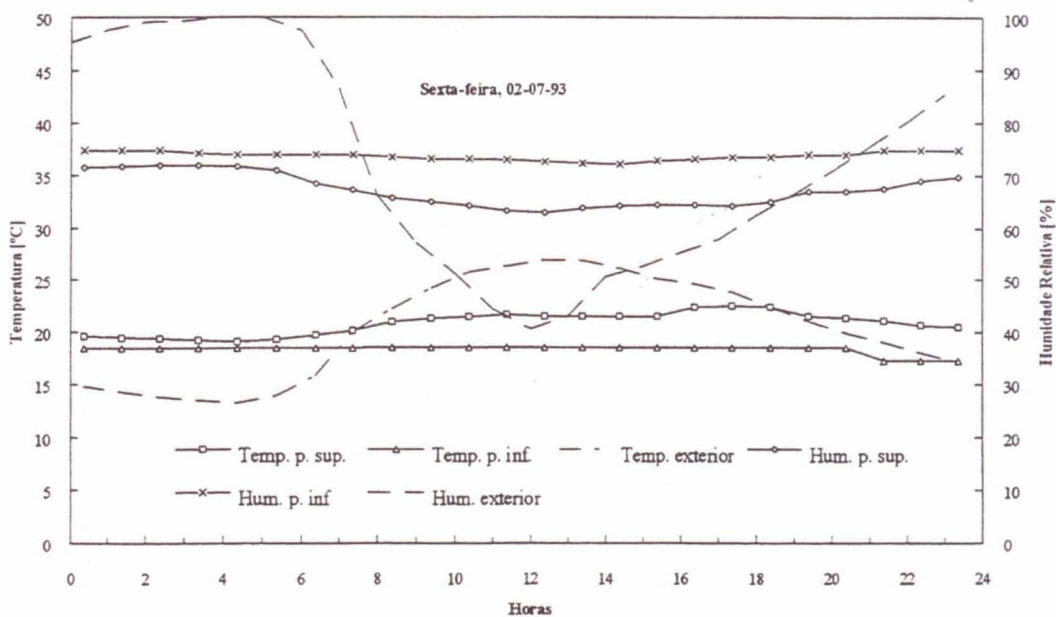


Fig. 3. Temperaturas e Humidades Relativas Horárias dos Pisos Superior e Inferior e Correspondentes Valores Exteriores.

Pode constatar-se que o piso superior, mais exposto, apresenta uma maior sensibilidade às variações exteriores da temperatura e da humidade relativa, sendo visível em qualquer dos casos uma grande estabilidade dos referidos valores; uma conclusão importante é a de que os níveis observados de temperatura, se situariam dentro dos limites de variação considerados admissíveis, desde que os valores da humidade relativa não excedessem 60%, o que manifestamente se verifica em ambos os pisos.

SIMULAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGROTÉRMICAS INTERIORES

Caracterização dos Parâmetros

Optou-se por se simular o piso superior, dada a sua maior sensibilidade às variações exteriores da temperatura e da humidade relativa. Para o efeito utilizou-se um algoritmo de cálculo de simulação dinâmica de um edifício, baseado na analogia eléctrica dos fenómenos térmicos em jogo, e que toma em consideração a inércia térmica da envolvente; os dados de entrada exigidos foram os valores horários da temperatura e da humidade relativa exteriores, os da radiação solar global e difusa num plano horizontal e ainda a orientação do edifício (Codyba, 1993; Duffie y Beckman, 1991). A envolvente deste foi caracterizada através da espessura e constituição das paredes exteriores, da área e do tipo de fenestração e das características dos dispositivos de sombreamento utilizados. A maior parte destes valores foi estimada a partir de documentos arquitectónicos pertencentes ao espólio da própria biblioteca, uma vez que o carácter monumental e a natureza preliminar do presente trabalho desaconselhavam a execução de sondagens, sendo os restantes medidos no local sempre que tal foi possível. Na Tabela 1 seguinte registam-se alguns dos valores retidos para os parâmetros mais relevantes.

Tabela 1. Valores das Propriedades Termofísicas dos Elementos da Envolvente do Edifício.

Camada	Material	Espessura (m)	Condutibilidade Térmica. (W/m°C)	Capacidade Calorífica (J/kg°C)	Massa Volúmica (kg/m ³)
1	Calcário	0.5	1.40	920	1800
2	Enchaimel	1.0	0.87	920	1500
3	Calcário	0.5	1.40	920	1800

As cargas sensíveis e latentes internas foram calculadas supondo a permanência no local de cerca de 25 pessoas entre as 9 horas e as 18 horas (na realidade, o piso referido é continuamente visitado por grupos de turistas com esse número e durante o período citado, incluindo os fins-de-semana, demorando a visita de cada grupo cerca de vinte minutos). Relativamente à ventilação do edifício, admitiu-se que a abertura periódica da porta principal, o tipo de caixilharia das janelas e a localização bastante exposta do mesmo se traduziria por uma ventilação natural equivalente a uma renovação por hora (aproximadamente 4900 m³/h), valor esse que, após a realização de alguns testes de sensibilidade paramétrica, se verificou proporcionar boa concordância entre os valores medidos e os simulados. Na Figura 4 representam-se os resultados obtidos por simulação para um dia particular bem como os correspondentes às medidas efectuadas durante o mesmo período.

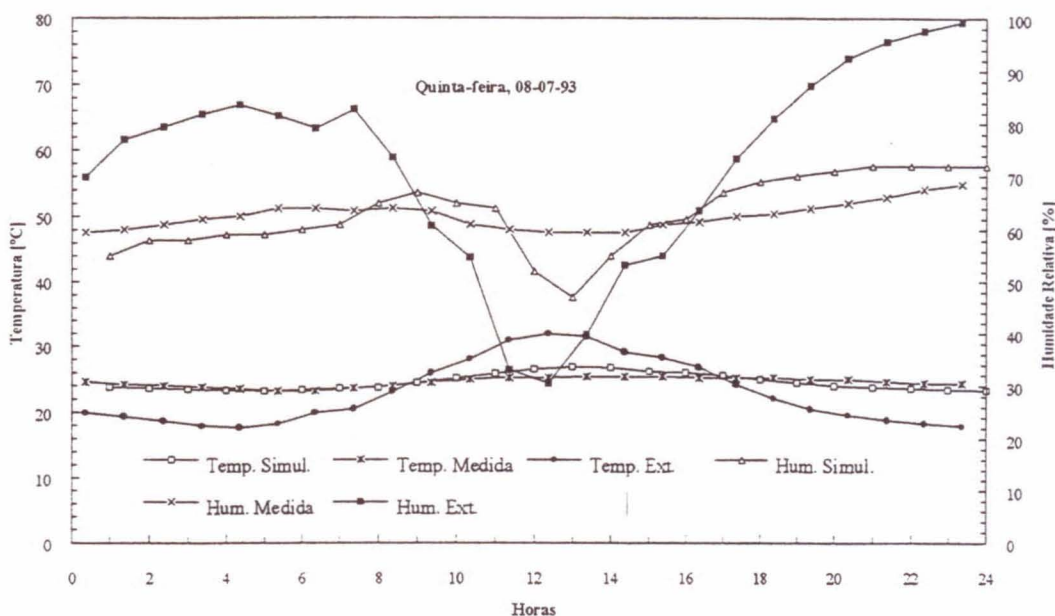


Fig. 4. Comparação Entre os Valores Simulados e os Medidos num Dia Particular.

Análise da Dependência Entre as Condições Impostas e os Gastos Energéticos

Na Tabela 2 registam-se os dados obtidos por simulação para o período em análise e para diversas situações impostas ao interior do local.

Tabela 2. Resultados Obtidos por Simulação para diferentes condições interiores.

Temperatura Imposta (°C)	Humidade Imposta (%)	Potência Sensível (KW)	Potência Latente (KW)	Energia total Sensível (KWh)	Energia Total Latente (KWh)
18	55	55	40	11540	10090
23	55	33	28	2396	5074
-	55	-	21	-	4060
-	60	-	17.4	-	2450

É manifesta a elevada dependência entre os valores impostos para as condições higrotérmicas existentes no interior do espaço estudado e as necessidades energéticas necessárias à obtenção dos mesmos, tanto no valor da potência instalada (soma da potência sensível com a potência latente), como no da energia dispendida durante o período a que este estudo se reporta.

CONCLUSÕES

Como já havia sido referido, a imposição de valores de temperatura e de humidade relativa iguais respectivamente a 18°C e 55% é, durante o Verão, muito exigente tanto do ponto de

vista das potências máximas instaladas, para arrefecimento e para desumidificação, como das quantidades de energia de funcionamento necessárias.

Se bem que a admissão de temperaturas a níveis mais moderados (23°C em vez de 18°C, no caso vertente) se traduza por uma clara diminuição das potências e das energias exigidas, os dados apresentados na tabela do ponto anterior indicam que os valores mais baixos serão atingidos se se tomar como variável a regular apenas a humidade relativa, registando-se um mínimo no caso de se escolher para esta o valor máximo permitido de 60%. De notar que, no caso de se admitir este valor máximo de humidade relativa, em detrimento do valor médio (55%), é possível reduzir a potência máxima a instalar em cerca de 17%, garantindo uma diminuição significativa no consumo global de energia, aproximadamente 40%.

Deste modo pode concluir-se que a análise prévia das condições higrotérmicas de um espaço de elevada inércia térmica, demonstrou que o modo muito lento como a temperatura varia no espaço em estudo, e o facto dos seus valores se situarem sempre abaixo de 26°C, torna plausível uma abordagem para o problema da climatização desse espaço, que passe pelo exclusivo controlo do nível da humidade, e que exija consumos de energia moderados.

O presente trabalho integra-se num projecto de investigação em curso que prossegue no sentido de avaliar o comportamento do referido espaço em condições de Inverno.

REFERÊNCIAS

Duffie, J.A. and W.A. Beckman (1991). Solar engineering of thermal processes. Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.

Fauconnier, R., M. Hours and P. Chardot (1992). L'Humidité dans les Écoles, les Espaces Publics e les Patrimoines Artistiques. 2^{ième} Rencontre Internationale du Génie Climatique, Francoclim 92.

Gavelin, G. (1972). Drying of Paper and Paperboard. Lockwood Publishing Co., Inc., New York.

Brau, J. G. Krauss et J. J. Roux (1992). Codyba. Centre Thermique de L'INSA de Lyon.

AGRADECIMENTOS

Os Autores expressam o seu agradecimento à inestimável colaboração prestada pelo Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, nas pessoas do seu Director Prof. Doutor A.F. Soares, e do Dr. A.J. Alves.