

• U • C •

FCTUC

FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Análise das condições Higrotérmicas e da qualidade do ar interior na Biblioteca Joanina da UC

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente

Autor

Sérgio Filipe Peralta Fernandes

Orientador

José Joaquim da Costa

Júri

Presidente Professor Doutor Adélio Manuel Rodrigues Gaspar
Professor Auxiliar, DEM-UC

Vogal Professor Doutor António Rui de Almeida Figueiredo
Professor Associado, DEM-UC

Orientador Professor Doutor José Joaquim da Costa
Professor Auxiliar, DEM-UC

Coimbra, setembro, 2014

Agradecimentos

A Dissertação de Mestrado que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e ao apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor José Joaquim da Costa, por todo o tempo despendido, pela orientação, apoio e partilha de conhecimentos.

Agradeço ao Professor Doutor António Rui de Almeida Figueiredo pela ajuda prestada e pela sua disponibilidade e atenção.

Agradeço ao Doutor José Mateus e à Doutora Luísa Machado pela disponibilidade de me receber e préstimo de informações aquando das várias visitas à Biblioteca Joanina.

Agradeço ao Professor Doutor João Gonçalves, docente do IPV, pela disponibilidade e partilha de conhecimentos técnicos, assim como ao Doutor João Carrilho pela sua prestabilidade.

Agradeço ao Doutor António Grilo do laboratório de Microbiologia do Biocant, pela sua ajuda e informação cedida.

Agradeço aos meus Amigos por toda a ajuda, compreensão, apoio e tempo despendido nos momentos mais complicados.

Por fim, agradeço à minha mãe, ao meu pai, ao meu irmão e à minha namorada pela paciência, ajuda e motivação que me deram, pois, sem eles este trabalho não teria sido desenvolvido.

Resumo

Esta tese surge no âmbito de um protocolo criado entre a ADAI (Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial) e a Universidade de Coimbra, com o objetivo de analisar as condições de temperatura, humidade e qualidade do ar interior verificadas na Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra: piso nobre, cave e subcave.

Para analisar estes parâmetros recorreu-se a medições através de sensores higrotérmicos, a recolha de amostras de ar, *softwares* de cálculo e gráficos e a fórmulas matemáticas que, juntamente com a observação das condições existentes em cada local levou à possibilidade de executar uma avaliação global das condições de cada local em estudo. Com esta análise avaliou-se o desempenho que o edifício apresenta para a preservação de acervos bibliográficos.

Existindo já alguns estudos anteriores no que diz respeito à preservação do espólio bibliográfico, verifica-se uma concordância relativamente aos valores ótimos de temperatura e humidade. As gamas em questão são [18-20°C] para a temperatura e [45-55 %] para a humidade relativa.

Após análise dos resultados concluiu-se que os níveis de temperatura e humidade relativa registados no interior, estão na maior parte do tempo fora dos limites aconselháveis à preservação dos acervos. Da análise feita às partículas em suspensão PM₁₀, concluiu-se que a sua concentração é bastante superior ao limite regulamentar. Este facto deve-se ao elevado número de visitantes e ao desrespeito pelas normas vigentes respeitantes aos ciclos de visitas. A concentração de CO₂ no edifício é afetada pela presença de turistas, embora não exceda o limite regulamentar. Da análise aos fungos e bactérias, conclui-se que os níveis presentes na atmosfera interior é variável de local para local, mas respeitando os limites, tendo sido detetadas espécies comuns semelhantes às existentes no exterior.

No entanto, com algumas medidas de melhoramento e o cumprimento de regras já vigentes, será possível minimizar estes efeitos prejudiciais.

Palavras-chave: Bibliotecas, condições ambientais, temperatura, humidade relativa, partículas em suspensão, dióxido de carbono, fungos, bactérias

Abstract

This thesis arises within a protocol established between ADAI (Association for the Development of Industrial Aerodynamics) and the University of Coimbra, aiming to analyze the conditions of temperature, humidity and indoor air quality checked at the Joanina Library of the University of Coimbra: main floor, basement and sub-basement.

To analyze these parameters, we used the measurements by hygrothermal sensors, air sampling, and software for calculating the graphs and mathematical formulas, which together with the observation of existing conditions at each site led to the possibility of performing a comprehensive assessment of the conditions of each site under consideration. This analysis evaluated the performance of the building regarding the preservation of library collections.

According to previous studies related with the maintenance of the literature collections, we concluded that the optimum values for temperature and humidity are in the ranges of [18-20°C] for temperature and of [45-55%] relative humidity.

After analyzing the results, it was concluded that the levels of indoor air temperature and relative humidity are, for the most of the time, outside the desirable limits for preservation of archives. With the analysis of particulate matter PM₁₀, it was concluded that its concentration is well above the regulatory limit. This is due to the high number of visitors and the disregard for existing rules for the visits cycles. The concentration of CO₂ in the building is affected by the presence of tourists, while not exceeding the regulatory limit. Analysis of fungi and bacteria allows to concluded that the levels present in the inner atmosphere are variable from place to place, but within the limits, having been detected common species similar to those existing outside the building.

However, with some improvement measures and compliance with already existing rules you can minimize this effect.

Keywords: Libraries, environmental conditions, temperature, relative humidity, particulate matter, carbon dioxide, fungi, bacteria

Índice

Índice de Figuras	v
Índice de Tabelas	vi
Lista de Siglas.....	vii
Capítulo 1. Introdução	1
1.1. Objetivos.....	1
1.2. Enquadramento	2
1.3. Estrutura da dissertação	4
Capítulo 2. Fatores relevantes para a preservação do acervo	5
2.1. Humidade relativa.....	5
2.2. Temperatura.....	7
2.3. Iluminação	9
2.4. Poluição atmosférica.....	10
2.5. O Homem	11
2.6. Agentes de biodegradação	12
2.7. Documentos Normativos	13
Capítulo 3. Caso de estudo: Biblioteca Joanina da U.C.	17
Capítulo 4. Métodos e Metodologias.....	20
Capítulo 5. Resultados e Discussão	24
Capítulo 6. Conclusões e Sugestões Futuras	39
Referências Bibliográficas.....	40
Anexo A: Condições Higrotémicas de Referência	43
Anexo B: Valores sugeridos pela UNI 10829	44
Anexo C – Imagens dos varios espaços da Biblioteca Joanina e dos processos de recolha de dados.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico higrótérmico [1].....	6
Figura 2: Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra	17
Figura 3: Planta do piso nobre da Biblioteca Joanina e localização dos sensores	19
Figura 4: Dataloger Higrotérmico NOMAD [9].....	20
Figura 5: Lighthouse Handheld	21
Figura 6: Sensor PS32 [12].....	22
Figura 7: Amostrador microbiológico SAS SUPER IAQ	23
Figura 8: Gráfico de Humidade Relativa interior/limites regulamentares	25
Figura 9: Gráfico de Temperatura interior/limites regulamentares	26
Figura 10: Gráfico de Temperatura e humidade relativa interior e respetivos limites	27
Figura 11: Gráfico de Humidade relativa interior versus humidade relativa exterior.....	28
Figura 12: Gráfico de Temperatura interior versus temperatura exterior.....	29
Figura 13: Gráfico de Temperatura e humidade relativa interior e exterior.....	30
Figura 14: Gráfico de Concentração de partículas PM10/limite regulamentar	31
Figura 15: Gráfico de Concentração de partículas PM10 versus número de visitantes	32
Figura 16: Gráfico de Concentração de CO2 versus limite regulamentar versus valor típico de concentração exterior.....	33
Figura 17: Gráfico de Concentração de CO2 média/ número de visitantes	34
Figura 18: Salitre recolhida com zaragatoa	38
Figura 19: Livros degradados da BJ	46
Figura 20: Varanda esquerda da BJ	46
Figura 21: Procedimento de avaliação da concentração de partículas PM ₁₀	47
Figura 22: Procedimento de avaliação da concentração de fungos e bactérias/PS32	47
Figura 23: Recolha de uma amostra na sala interior do arquivo da BJ	48
Figura 24: Recolha de amostras de ar juntos às escadas de Minerva.....	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Períodos de recolha de dados.....	24
Tabela 2: Resultados do teste aos fungos e bactérias	36
Tabela 3: Especificação de humidade relativa e temperatura para museus, galerias, bibliotecas e arquivos. [14]	43
Tabela 4: Valores sugeridos para a conservação das obras de arte para as condições climáticas interiores no estado estacionário (UNI 10829). [15].....	44

LISTA DE SIGLAS

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

HR – Humidade Relativa

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

UC – Universidade de Coimbra

IFLA – International Federation of Library Associations and Institutions

EMA – Estação Meteorológica Automática

BJUC – Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra

UV – Ultra Violeta

IV – Infravermelho

QAI – Qualidade do Ar Interior

DL – Datalogger

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Objetivos

A presente dissertação surge do protocolo estabelecido entre a ADAI e a Universidade de Coimbra, e tem como objetivo avaliar as condições higrotérmicas na Biblioteca Joanina e o controlo da qualidade do ar, nomeadamente o pó/partículas em suspensão no ar e o crescimento fúngico e bacteriológico, essenciais para a preservação dos seus acervos. Apesar de já existirem exercícios anteriores nesta matéria, este trabalho abrange um período mais alargado de amostragem no que às condições higrotérmicas diz respeito e junta-lhes as componentes da monitorização de partículas em suspensão e o controlo de crescimento fúngico e bacteriológico, para além de abranger espaços da Biblioteca Joanina que não tinham ainda sido estudados.

Deste modo, os parâmetros em estudo são a temperatura, a humidade relativa, o dióxido de carbono, contaminantes biológicos e poeiras que requerem um controlo e monitorização eficientes, para que as condições, quer químicas quer físicas, do espólio não sejam afetadas por forma a conseguir uma preservação eficaz.

A maioria do estudo está confinado ao piso nobre da Biblioteca Joanina, que é o local onde se encontra a maioria do espólio bibliográfico e onde a influência do Homem tem mais relevância. No que concerne à análise de crescimento fúngico e bacteriológico, este ocorreu na cave e na subcave, sendo este último piso interdito a visitantes, funcionando como arquivo da Biblioteca Joanina.

Deste modo podem ser definidos os seguintes sub-objetivos:

- Avaliar o estado atual das condições internas da Biblioteca Joanina;
- Verificar a existência de desvios das condições de referência de temperatura e humidade;
- Avaliar a relação existente entre as variações internas e externas de temperatura e humidade relativa, e através da análise desta relação, perceber que tipo de inércia térmica o edifício possui;

- Avaliar a influência que a permanência das pessoas tem no risco de deterioração dos livros, nos meses em que se verifica um aumento de afluxo turístico;
- Comparar os diferentes períodos de amostragem, relativamente ao aumento do fluxo turístico verificado no último ano e ao alargamento, quer espacial quer temporal, do circuito de visitas;
- Avaliar a presença e crescimento de fungos e bactérias, no espólio da biblioteca bem como a qualidade do ar;
- Indicar, caso necessário, técnicas de limpeza para o arquivo bibliográfico;
- Indicar melhorias, se necessário, para o desempenho do interior do edifício Joanino na conservação dos seus acervos.

1.2. Enquadramento

A informação é o meio que conduz à evolução do Homem. Popularmente todos nós já ouvimos que “quem acumula informação, detém o poder” pelo que a criação de espaços onde essa mesma informação possa ser zelada e compilada convenientemente tem tido um papel importantíssimo ao longo da humanidade.

Durante dois séculos, a conservação dos bens culturais caracterizou-se por ser uma prática institucional que visava preservar os bens dos riscos maiores como incêndios, roubos, etc. Resumia-se assim a uma atividade estática, cuja ação principal era “abrigar” esses bens, colocando-os apenas sob proteção física e jurídica [2].

Por outro lado a própria edificação era concebida para o conforto pessoal, não havendo grande cuidado com a preservação do acervo em si. Felizmente nas últimas décadas houve uma evolução, no modo como se olha o espólio bibliográfico e artefactos, e a maneira como a preservação é feita. Em espaços de consulta é necessário manter um compromisso, entre o conforto térmico dos utilizadores e os fatores que influenciam as propriedades físicas e químicas dos acervos.

Os progressos recentes da Física das Construções, mais concretamente do estudo dos processos de transferências de calor, ar e humidade através de elementos construtivos, possibilitam uma avaliação mais precisa da importância da inércia higroscópica nos edifícios. [3]

Particularmente, em relação às bibliotecas a caracterização das condições higrotérmicas do ambiente no seu interior é fundamental no que diz respeito à preservação e conservação do espólio bibliográfico. As elevadas flutuações climáticas (temperatura e humidade relativa), a que muitos objetos estão sujeitos, podem provocar três tipos de deteriorações: variação dimensional (tamanho e forma), reações químicas ou biodegradações. Deste modo revestem-se de elevada importância todos os estudos destinados à monitorização das condições higrotérmicas interiores de espaços dessa natureza [1].

A poeira é considerada um problema generalizado para interiores históricos, e sua presença reduz o valor patrimonial pela degradação que impõe nos acervos e acarretando um custo considerável na limpeza.

A limpeza de livros é uma tarefa exaustiva e que requer um tempo considerável, sendo necessário o uso de escovas e pontualmente aspiradores com sucção variável [4], e em bibliotecas devido ao seu elevado número de exemplares esse trabalho é especialmente desafiante.

Os livros são feitos a partir de materiais orgânicos, e atualmente em bibliotecas históricas estes encontram-se fragilizados, estando os materiais desgastados e/ou fragmentados, criando poeiras. Ao mesmo tempo, os livros são potencialmente danificados pela poeira, pelo manuseamento e pelo processo abrasivo de limpeza repetitivo. Como os livros em bibliotecas históricas raramente são lidos, é a limpeza dos mesmos a principal fonte de danos mecânicos.

Por outro lado o próprio *design* dos livros pode torná-los mais suscetíveis a danos durante a limpeza.

Quando o armazenamento é feito verticalmente em prateleiras, onde as páginas não podem fechar firmemente, há maior probabilidade de poeiras e humidade penetrarem para dentro dos espaços entre as páginas, levando à coloração do papel, que permanece após a poeira ter sido removida [6].

É também importante compreender a relação entre visitante, pó e a cimentação do mesmo. O ambiente interior de uma biblioteca revela ser um ambiente heterogéneo, com áreas de alta e baixa deposição de poeiras. No geral, as medições dentro de bibliotecas são muito semelhantes a outros espaços históricos acessíveis a visitantes [5].

É ainda de especial importância o controlo da qualidade do ar, mais especificamente ao nível de fungos e bactérias. Estes não só afetam a qualidade de preservação dos materiais arquivados como têm o potencial de interferirem com a saúde de funcionários e visitantes.

A presença dos mesmos pode ter várias origens, desde o próprio mobiliário ou recheio da sala, passando pelo ar que circula no edifício, visitantes e a presença de água.

1.3. Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em 6 capítulos, que poderão ser subdivididos. O primeiro capítulo, no qual se insere esta secção, relata os objetivos e motivações para o presente documento, fazendo ainda o enquadramento do tema nele discutido. No segundo capítulo é feita a fundamentação teórica, abordando individualmente os principais fatores que afetam o acervo, e normas nacionais e internacionais que são necessárias ter em conta para a correta preservação do mesmo. O terceiro capítulo versa sobre o caso de estudo, contextualizando historicamente e patrimonialmente a Biblioteca Joanina. O quarto capítulo aborda os métodos e metodologias utilizados ao longo do processo, descrevendo-os. Os resultados e discussão dos mesmos são abordados no quinto capítulo ao qual se seguem as conclusões do estudo aqui apresentado e algumas sugestões de melhoramento.

CAPÍTULO 2. FATORES RELEVANTES PARA A PRESERVAÇÃO DO ACERVO

O estado de conservação dos acervos é dependente dos vários parâmetros ambientais aos quais estes estão sujeitos. É assim importante compreender quais e como, estes agentes agressores afetam o acervo por forma a elimina-los ou minimiza-los o máximo possível. O tipo de tratamento dado ao acervo degradado é dependente do material pelo qual este é constituído e do estado de degradação. No entanto a maioria dos acervos é constituído por vários tipos de materiais, tornando esta tarefa mais desafiante e levando a que um compromisso entre o tratamento dado aos diversos materiais seja tido em conta.

A título geral os principais fatores degradantes são a humidade, a temperatura, iluminação, a poluição atmosférica, o Homem e os agentes bio degradantes. Estes fatores podem esporadicamente ocorrer individualmente, mas na maioria dos casos há uma simultaneidade de fatores a afetar o espolio bibliográfico. Em seguida estes fatores são abordados por forma a percebermos os danos causados pela sua presença.

2.1. Humidade relativa

Por humidade relativa compreende-se a quantidade de vapor de água presente numa porção de atmosfera em relação à quantidade máxima suportada pela mesma àquela temperatura.

Pela definição é fácil compreender que humidade e a temperatura têm uma grande relação de proximidade, pelo que a variação de uma afeta inevitavelmente a outra. A título exemplificativo, quando a quantidade de vapor de água contida no ar permanecer constante, a humidade relativa aumenta se a temperatura descer. Quando a temperatura é maior, o ar suporta uma maior quantidade de vapor de água. Assim compreende-se que durante a madrugada a humidade relativa seja superior, dado as temperaturas inferiores que se registam.

O gráfico higrométrico, que é apresentado em baixo (Figura 1) demonstra a quantidade máxima de vapor de água que pode estar contida num metro cúbico de ar, a uma determinada temperatura [8].

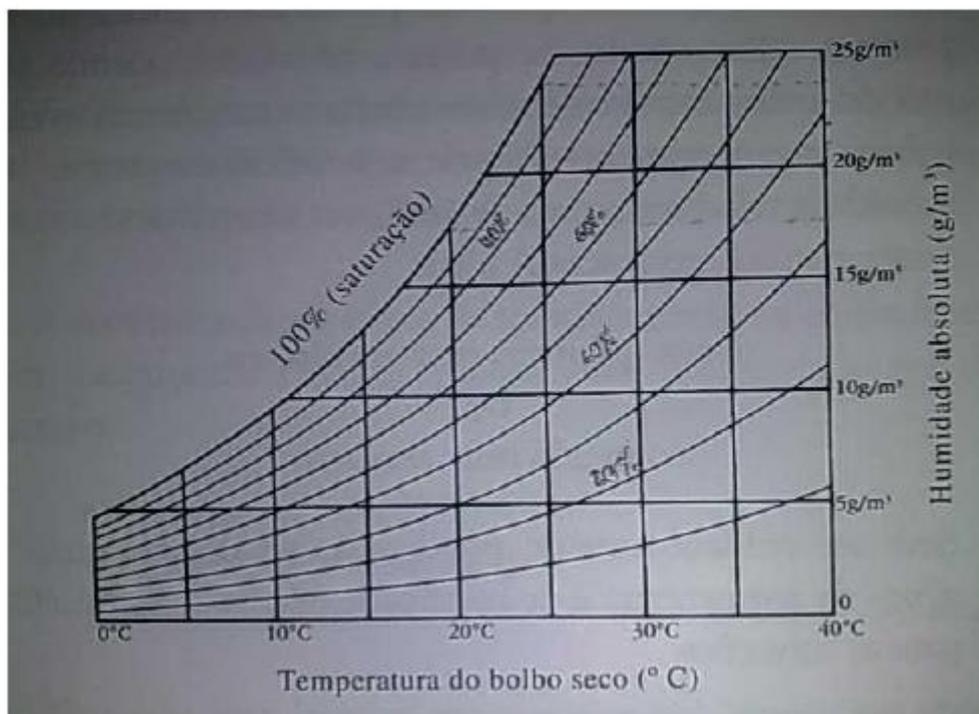


Figura 1: Gráfico higrotérmico [1]

A humidade relativa é medida em termos percentuais e é calculada da seguinte forma:

$$HR = \frac{\text{Humidade absoluta da amostra de ar}}{\text{Humidade absoluta da amostra do ar saturado}} \times 100 \%$$

A humidade relativa afeta as condições em que a hidrólise e oxidação ocorrem, isto é quanto maior for a % de humidade relativa no ambiente, maior será o teor de humidade no papel, maior a sua taxa de deterioração pela hidrólise e menor a sua expectativa de vida [10]. Concluindo, as propriedades físicas e mecânicas da celulose que constitui o papel são afetadas. Acrescendo a este fato a humidade leva ao crescimento de bolores e manchas no papel.

Tipicamente os valores ideais de HR estão compreendidos na gama de valores [45- 55%].

2.2. Temperatura

Este é um parâmetro que requer grande atenção, isto porque é necessário manter-se um compromisso entre os valores ideais para a conservação dos acervos e o conforto térmico dos utentes do espaço. No entanto para espaços exclusivos ao armazenamento a temperatura deve ser inferior à registada no tipo de espaços anteriormente mencionados.

Em termos de temperatura os valores ideais preconizados são [18-20°C], contudo é preferível ter temperaturas ligeiramente superiores mas cujas oscilações registadas não sejam bruscas. Idealmente a atmosfera deveria ser o mais estável possível, isto porque grandes variações de temperatura levam à afetação das propriedades mecânicas do papel e das colas que constituem os livros. Por outro lado é sabido que em ambientes com temperaturas elevadas as reações químicas ocorrem mais fácil e rapidamente.

Estudos comprovaram que a duração média de um livro está diretamente ligada ao grau de temperatura do ambiente. Provaram, também, que uma simples diminuição de 2°C na temperatura do ambiente resultou na longevidade sete vezes maior dos livros [11].

Quando o espaço possui sistemas de controlo climático como por exemplo o AVAC, situado na casa forte da Biblioteca Geral da U.C., convém que estes estejam devidamente adaptados ao espaço, e estejam permanentemente ligados uma vez que as variações térmicas provocadas pelo desligar destes sistemas durante a noite e/ ou fins-de-semana são prejudiciais ao acervo. É ainda necessário garantir que janelas e portas se encontrem fechadas e que a ventilação do espaço seja suficiente. Caso a ventilação seja insuficiente deve recorrer-se a sistemas próprios, de preferência que usem filtros de elevada qualidade.

Resumidamente estes são alguns dos efeitos da temperatura:

- Temperaturas elevadas são prejudiciais para os objetos das bibliotecas, pois potenciam o desenvolvimento de reações químicas ou reações físicas;

- A variação da temperatura do ar ao longo do tempo causa *stress* térmico nos objetos, o qual, por sua vez, provoca dilatações e contrações nos materiais que os constituem. Quando os acervos bibliográficos são constituídos por diferentes materiais, o problema torna-se mais grave;
- O aumento da temperatura no interior das bibliotecas pode ser causado pela iluminação (natural/artificial);

É ainda importante dissertar sobre o efeito combinado dos dois fatores anteriormente referidos. Como mencionado anteriormente altos índices de humidade potenciam reações químicas, enquanto que temperaturas elevadas aceleram-nas. Assim alterações simultâneas nestes dois parâmetros levam a que a deterioração resultante seja reflexo dos seus efeitos combinados.

Segundo a IFLA “por cada aumento de temperatura de 10 °C, a velocidade a que ocorrem as reações de degradação química no material de bibliotecas e arquivos, como o caso do papel, duplica. Pelo contrário, por cada 10 °C de diminuição de temperatura, a velocidade de reação baixa para metade.

Em suma, temperaturas elevadas, conjugadas com valores de humidade relativa baixa, pode levar à escamação e conseqüente fragilização dos materiais constituintes do espólio. Por outro lado temperaturas elevadas associadas a uma humidade relativa também elevada promovem o aparecimento de bolores, tornando ainda o ambiente propício ao aparecimento de insetos e pragas. Do mesmo modo temperaturas inferiores a 10 °C, conjugadas com uma humidade relativa elevada e uma baixa taxa de circulação de ar potenciam o desenvolvimento de bolores.

Sendo temperatura e humidade relativa parâmetros inversamente proporcionais (para uma mesma humidade absoluta do ar), a alteração de um deles promove a alteração do outro, levando conseqüentemente à resposta por parte dos materiais constituintes dos acervos.

Tendo em conta um ambiente interno estável, uma descida súbita da temperatura provocará um rápido aumento da humidade relativa, e este fenómeno pode levar à condensação e por conseqüente ao aparecimento de fungos e outros problemas associados ao excesso de humidade.

Tendo em conta um longo período de tempo, alterações moderadas destes parâmetros, não produzem grandes níveis de tensão nos materiais, estando assim

protegidos de fenómenos como a expansão e contração, que os danificam fisicamente, afetando a propriedades mecânicas dos materiais orgânicos e as dimensões dos mesmos.

Os efeitos causados pela situação inversa traduzem-se por tintas quebradas, capas de livros deformadas e emulsões fotográficas estaladas.

2.3. Iluminação

Toda a fonte de luz, seja ela natural ou artificial, emite radiação nociva aos materiais de acervos, provocando danos consideráveis pelo fenómeno da oxidação. O papel acaba por ser fragilizado, tornando-se quebradiço e ficando mais escuro ou amarelado. Ao nível da tinta, os efeitos são notados na tonalidade o que potencialmente afeta a legibilidade.

A luz é constituída por três tipos de radiação, a UV (ultravioleta), IV (infravermelha) e a visível.

Esta não deve incidir diretamente no acervo sob pena de o danificar irremediavelmente.

A radiação UV é a principal responsável pelos danos causados, contribuindo para a oxidação da celulose. A luz afeta especialmente os materiais orgânicos, sendo que quanto maior a intensidade e o tempo de exposição, menor for o comprimento de onda e menor a resistência do material, maior é o dano causado.

A lenhina é um polímero natural, amorfo e de composição química complexa, que confere solidez às fibras de celulose. Devido à sua reatividade química, quando exposta muito tempo à iluminação, pode tornar-se fortemente escura (amarelada), o que explica o amarelecimento dos papéis. Alguns cuidados devem ser tomados, como usar cortinas, persianas, telas, ou películas de plástico nos vidros das janelas, capazes de filtrar os raios UV; estas acabam também por ajudar no controlo de temperatura. Deve manter-se a luz das áreas de armazenamento apagadas, e ainda recorrer a interruptores com relógio e a sistemas com reóstatos [11].

É ainda conveniente não expor objetos valiosos durante um longo período de tempo à radiação, manter os níveis de luminosidade o mais baixo possível, não colocar

lâmpadas dentro de expositores ou vitrinas, certificando-se que os materiais que as constituem são apropriados para o efeito, não contribuindo para a degradação do acervo.

2.4. Poluição atmosférica

O controlo da qualidade do ar é fundamental para a preservação de espólios bibliográficos. Existem dois tipos de poluentes do ar – gases e partículas sólidas – que podem ter duas origens: os que provêm do ambiente externo e os intrínsecos ao próprio ambiente.

Os óxidos de enxofre (na sua maioria dióxido de enxofre) e os óxidos de azoto, genericamente representados por NO_x , são os principais compostos presentes no ar em especial nas zonas urbanas. Estes provocam reações químicas que causam danos irreversíveis, tais como papel quebradiço e descolorido, o couro perde a pele deteriorando-se.

Os agentes intrínsecos do próprio ambiente podem ter origem na aplicação de vernizes, madeiras, tintas, etc., podendo libertar gases nocivos para o acervo.

As partículas sólidas, além de transportarem gases poluentes, comportam-se como agentes abrasivos e desfiguram os documentos. A presença de partículas na atmosfera tem sido potenciada pela combustão de combustíveis fósseis principalmente provenientes do tráfego automóvel, indústria e centrais elétricas. Estas acabam eventualmente por entrar em contacto com o espólio bibliográfico, desencadeando reações químicas nos constituintes do papel para além do já referido efeito abrasivo.

O uso de filtros em sistemas de ventilação e ar condicionado podem diminuir ou eliminar a maior parte dos contaminantes do ambiente, principalmente a poeira atmosférica (cerca de 90% de partículas com diâmetro de 2 μm). No entanto o bom funcionamento destes sistemas é dependente de uma correta manutenção, quer através de inspeções periódicas e substituição dos filtros, que com o tempo acabam também eles por se degradar e deixam de ter capacidade de realizar a tarefa para o qual foram designados.

Acrescendo a isto, a higienização dos arquivos é também uma tarefa importante devendo-se recorrer a aspiradores com filtro eficaz, por forma a evitar a reposição das poeiras eliminadas, e assegurar que portas e janelas estão devidamente

vedadas. Em relação aos gases ácidos, o uso de filtros de carvão ativado é o mais indicado para absorver estes poluentes [1].

2.5. O Homem

O correto manuseamento dos acervos é fundamental para a prevenção destes; assim é imprescindível, que as pessoas que contactam com eles tenham formação apropriada, por forma a lidarem com o espólio corretamente. Devem possuir conhecimentos básicos dos materiais de cada documento com que contactem e das técnicas essenciais à sua proteção.

O manuseamento inadequado constitui um dos principais fatores de degradação do acervo. Por manuseamento compreende-se todo o ato de tocar no documento em questão, seja para mudá-lo de sítio, consultá-lo ou proceder à sua higienização.

A resistência do papel é determinada pelo seu estado de conservação, e qualquer ação de limpeza só deve ser efetuada após este ser determinado. Existem documentos que, por mais que necessitem de ser limpos, não podem ser manuseados durante o processo, pois tal ato seria muito mais nocivo para a sua integridade.

A adoção de um manual de boas práticas a aplicar aos utentes comuns é também fundamental, aumentando a esperança de vida dos livros consultados. Por outro lado as bibliotecas devem ter planos de intervenção contra incêndios e inundações, do qual todos os funcionários devem ter conhecimento e ser parte integrante, por forma a diminuir os estragos caso ocorra algum destes tipos de eventos.

Devem ainda existir mecanismos de segurança que evitem furtos e atos de vandalismo. Este é um tipo de ato que só é detetado passado algum tempo, tornando impossível recuperar os documentos (em caso de furto), ou responsabilizar os intervenientes. É ainda aconselhável que cada indivíduo que queira consultar documentos deixe um documento identificativo, assim como objetos como bolsas casacos, entre outros, sejam deixados fora da área de pesquisa.

Os pedidos de requisição deve ser cuidadosamente registados e, aquando da sua devolução, estes devem ser verificados pelo funcionário responsável.

O próprio acondicionamento do acervo é fundamental optando por materiais adequados como por exemplo estantes de metal que permitam a circulação de ar.

Felizmente tem-se registado nas últimas décadas um crescente interesse nesta matéria, permitindo, atempadamente, que algumas destas relíquias não se perdessem para sempre.

2.6. Agentes de biodegradação

O acervo está ainda sujeito à ação de agentes biológicos como fungos, bactérias, insetos e roedores. Para que estes ocorram é necessário existirem condições ambientais propícias e alimento no espaço em questão.

Agentes como fungos e bactérias atacam os constituintes dos acervos com por exemplo as colas feitas de matéria orgânica e o próprio papel, dos quais se alimentam e que permitem a sua proliferação se a humidade não for devidamente controlada. A sua presença é detetada pelo aparecimento de manchas amarelas no papel. A temperatura elevada e a falta de circulação de ar são também fatores importantes para a proliferação destes agentes.

Por outro lado estes podem também representar um perigo para a saúde humana, transmitindo doenças.

Assim é importante manter os acervos sob controlo de infestações, estabelecendo políticas de controlo ambiental, mantendo os níveis de temperatura, humidade relativa e circulação de ar o mais próximo possível dos níveis ideais. O manuseamento e higienização do espólio e do próprio documento devem ser adequados, evitando o máximo possível o contacto do acervo com água, e caso este ocorra, deve secar-se de imediato o documento. O uso de aspiradores é o mais indicado ao invés do uso de água, uma vez que a água faz aumentar o teor de humidade relativa do espaço. Os funcionários responsáveis por esta tarefa devem usar ainda equipamentos de proteção descartáveis tais como luvas, toucas, aventais, etc. O uso de fungicidas não é aconselhável uma vez que estes também interferem com a integridade do acervo devido aos seus constituintes. A monitorização do estado de conservação do mesmo deve ser regular.

É aconselhável optar por uma localização dos arquivos, afastada da rua e de alimentos, que atraem os roedores e que permitem a estes um nicho ecológico propício para o aumento exponencial da sua população. As condições anteriormente referidas

também são validas quer para pragas de roedores como de insetos. O acervo está sujeito ao ataque de várias espécies de insetos como por exemplo baratas, térmitas etc., e suas larvas.

Caso ocorra uma infestação do acervo por parte de um destes agentes, deve recorrer-se a profissionais especializados para que o problema tenha uma resolução definitiva.

2.7. Documentos Normativos

A humidade resulta da combinação de fenómenos de evaporação e condensação de água formando-se assim o vapor de água existente no ar atmosférico. Por sua vez, esses fenómenos relacionam-se com as variações da temperatura ambiente. Desta forma, deverá existir um cuidado especial quando se tentar corrigir um destes fatores dentro de um edifício, visto que poderá alterar o equilíbrio de outros.

As fontes de humidade são inúmeras, como por exemplo as chuvas, os lagos, os rios, as limpezas dos materiais bibliográficos realizados de forma aquosa, infiltrações pelas janelas, paredes, tetos defeituosos e finalizando, a própria transpiração do corpo [12].

Existe em Portugal um conjunto de recomendações muito vagas, onde se indicam valores de referências para as condições hidrotérmicas. Estes valores direccionam-se sobretudo ao contexto dos museus; no entanto, o recurso a normas nunca teve muito domínio na Europa. A única referência encontrada que menciona este recurso foi a norma italiana UNI 10829 [13] que descreve o procedimento de recolha de informações sobre a história climática das obras, sugere uma metodologia de análise ambiental e fornece instruções úteis para decidir se os artefactos estão em boas condições e mantidos fora de risco de deterioração. Esta norma recomenda a realização de uma campanha de medição para adquirir dados de hora a hora durante um período significativo dando especial atenção no caso de se verificar grandes variações ambientais. É por isso que é importante avaliar não só a média dos valores micro-climáticos, mas também o quão rápido e como eles variam em torno desses valores médios. Para executar o levantamento dos dados ambientais, a norma prescreve uma metodologia dividida em duas fases. Durante a primeira fase, os sensores são usados primeiramente para uma abordagem geral

acerca do local de estudo. Numa segunda fase, os sensores são fixos e instalados nos locais de interesse de acordo com os dados obtidos na primeira fase. Para verificar se os valores estão mantidos dentro da gama de referência, a norma recomenda avaliar alguns índices de risco, definidos como “indicadores de desvio”, obtidos por meio da elaboração de dados usando o método estatístico da frequência acumulada. Analisando o diagrama de frequência acumulada de uma quantidade monitorizada referente a 1 mês, é possível calcular o indicador de desvio: este representa o tempo percentual durante o qual a quantidade considerada está fora dos valores aceitáveis.

Os valores de referência usados para calcular o desvio devem ser decididos entre os encarregados da preservação de artefactos.

A norma UNI 10829 é essencialmente uma metodologia para analisar e avaliar as condições ambientais e dá valores “ótimos” de referência úteis, para o planeamento de equipamentos de ar condicionado.

Através da tabela A.2 podemos verificar os valores relativos às condições de preservação relacionadas com a temperatura e a humidade relativa. Estes valores devem também ser tidos em conta para prevenir danos microbiológicos nas obras de arte. Por outro lado, referem-se a 33 categorias de materiais e objetos guardados em ambientes com microclima estável. Essas categorias são divididas em 3 grupos: material orgânico, material inorgânico e material misto.

No anexo A encontra-se uma descrição mais detalhada desta norma bem como os valores recomendados dos parâmetros mencionados anteriormente, podendo ser consultados na tabela A.1.

A ISO 11799:2003 aplica-se ao armazenamento de longo prazo de arquivos tendo em conta o modo como os materiais são armazenados para permitir o seu uso regular.

Dependendo do clima e da situação económica de um país, pode ser difícil criar e manter condições ideais de armazenamento a longo prazo.

Esta Norma apresenta alguns fatos e regras gerais que devem ser considerados quando um edifício, com a finalidade de armazenamento de arquivos, é recém-construído, quando um antigo edifício projetado originalmente para outro uso é convertido, ou quando um edifício já em uso para este fim é renovado.

Sendo assim, esta Norma tem como objetivo especificar as características dos compartimentos utilizados para o armazenamento de arquivos a longo prazo.

Os edifícios ou salas usados especificamente para o armazenamento a longo prazo não devem:

- Ser passíveis de inundações;
- Estar em risco de incêndio ou explosões em locais adjacentes;
- Estar perto de um lugar ou de um edifício que possa atrair roedores, insetos e outras pragas;
- Estar perto de plantas ou de instalações que possam emitir gases nocivos, fumaças, poeiras, etc.;
- Estar numa zona especialmente poluída e perto de uma instalação estratégica que possa ser alvo de um conflito armado.

A fim de minimizar os efeitos nocivos da exposição à luz solar, deve ser tida muita atenção à orientação paisagista e deve ser tido em conta o microclima local.

O local de armazenamento deve ser concebido de forma a proporcionar um ambiente interno preciso e estável, com mínima dependência de sistemas mecânicos. Isto pode ser parcialmente alcançado através da construção de paredes externas, de maneira a que se possa isolar o interior das alterações climatéricas exteriores. Desta forma, as paredes, pisos e tetos devem ser feitos de materiais que tenham uma alta capacidade térmica e uma alta capacidade higroscópica.

Por razões de segurança contra incêndio e controle eficiente de temperatura, a área usada deve ser dividida em compartimentos.

Intensidade, duração e distribuição espectral de qualquer iluminação num compartimento devem ser controladas para minimizar os danos. Sendo assim, a sala não deve ser iluminada mais do que o necessário.

A sala deve ser também ventilada de modo a permitir a necessária circulação de ar para evitar a alta humidade relativa. Se isso não ocorrer naturalmente, deve ser previsto um sistema de ventilação onde exista a entrada de ar fresco adequado ao local.

A qualidade do ar dentro dos compartimentos deve ser controlada para evitar os gases, poeiras ácidas e oxidantes. Este controlo deve ser feito regularmente para que qualquer variação irregular seja detetada rapidamente.

As salas de arquivo devem ser mantidas a uma humidade relativa de ar abaixo do nível em que a atividade microbiológica ocorre, de forma a fazer com que os materiais tenham uma vida mais longa.

O controlo da qualidade do ar interior merece também atenção por parte das entidades competentes, com o intuito de proteger os utentes e funcionários destes espaços. No âmbito do RSECE, o SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril), estabeleceu uma Nota Técnica onde consta a metodologia de auditorias à Qualidade do Ar Interior.

É sobretudo um documento dirigido aos peritos qualificados do SCE, onde figuram desde indicações para a preparação e o planeamento de auditorias à QAI, ao tipo de poluentes a medir, segundo o espaço em causa e valores limites dos mesmos, até aos métodos de medição e amostragem e planos de ação corretivos.

Este documento fundamenta-se noutros documentos que legislam sobre este tipo de matéria, como por exemplo a ISO16000.

CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDO: BIBLIOTECA JOANINA DA U.C.



Figura 2: Entrada da Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra

A Biblioteca Joanina é um edifício do estilo barroco, mandado edificar pelo monarca D. João V (Séc. XVIII), que ficou conhecido na história como o Rei Magnânimo precisamente em homenagem ao seu importantíssimo contributo para a cultura, ciências e arte, e a Biblioteca Joanina constitui um dos pilares mais representativos da sua obra. Situada no Palácio das Escolas da Universidade de Coimbra, no pátio da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, é parte integrante da Biblioteca da Universidade, e foi popularmente conhecida durante dois séculos simplesmente como Casa da Livraria.

Dotada de uma beleza superior, resultante da colaboração de vários artistas, foi variadas vezes classificadas como a mais extraordinária biblioteca universitária do mundo, por várias entidades quer coletivas quer individuais.

O investimento estético da biblioteca deve-se ao fato de que, sendo uma instituição corporativa de raiz medieval, como a universidade, o êxito da intervenção regida dependia em grande parte da sua própria capacidade de afirmação; isto é, da força que fosse capaz de demonstrar. Numa sociedade barroca, contudo, dependia também da sua eloquência; isto é, da capacidade que tivesse de organizar um discurso, de construir imagens e de com elas seduzir. E será essa missão da livraria: impor à velha escola, apoiado na matriz católica e contra-reformista do sistema sob o selo inquestionável do poder real, uma nova *oratio sapientiae* – grandiosa e arrebatadora mas, sobretudo, demonstrativa da ambicionada harmonia da razão e da religião. [1]

A Biblioteca Joanina recebeu os primeiros livros depois de 1750, e com três pisos, conta atualmente com cerca de 200.000 exemplares no seu espólio, sendo que no denominado piso nobre (piso em que o presente estudo incide), estão albergados 40.000 volumes, grande parte dos quais com um valor patrimonial elevadíssimo e de especial importância e interesse histórico. O piso nobre encontra-se subdividido em três salas cada uma das quais com dois pisos de estantes, ornamentadas por Manuel da Silva num exímio esforço de dedicação e delicadeza notáveis. Sobre estas, encontram-se as salas individuais de leitura, ladeadas por 6 janelas que proporcionam iluminação natural as salas principais. As janelas foram arquitetadas de modo a que a radiação UV não incidisse diretamente nos acervos estando ainda protegidas por cortinas que se encontram maioritariamente fechadas por forma a potenciar a proteção.

Os tetos são autoria dos pintores António Simões Ribeiro e Vicentes Nunes, e tal como o pavimento cinzento e brancos estão decorados com diversos desenhos. Na última sala e de frente para a portada principal encontra-se o retrato de D. João V da autoria de Domenico Duprà sobre o qual é possível ler: *O retrato régio que contempas está na tua frente como um espelho: nesse espelho vês tudo o que este palácio contém. E tudo o que de majestoso ostenta realizou-o João Quinto. Viva a eterna a obra juntamente com o príncipe* [7][1].

Em estudos anteriormente realizados nesta instituição conclui-se que o ambiente interior é bastante heterogéneo em termos de temperatura, oscilando entre 18 a

20 °C. O piso nobre alberga ainda uma comunidade de morcegos, numa relação de simbiose, já que estes contribuem para a preservação dos arquivos, alimentando-se dos insetos que se alimentam do papel. As mesas, de madeira exótica têm por isso de ser protegidas com uma cobertura de couro, por forma a evitar que os dejetos dos mesmos não as danifiquem. O pavimento é limpo diariamente antes da abertura da sala por funcionários que removem as coberturas e as voltam a colocar depois da hora de fecho, altura na qual os mamíferos se encontram ativos. O controlo do ambiente interior, em dias de calor elevado é feito pela abertura esporádica das janelas das salas dos professores. No resto do tempo as robustas paredes de 2,11 m de espessura proporcionam uma boa proteção, conferindo ao edifício uma elevada inércia térmica, isto é, o ambiente interior mantém-se praticamente invariável apesar das oscilações exteriores.

Seguidamente, a planta do piso em estudo e a localização dos sensores higrotérmicos.

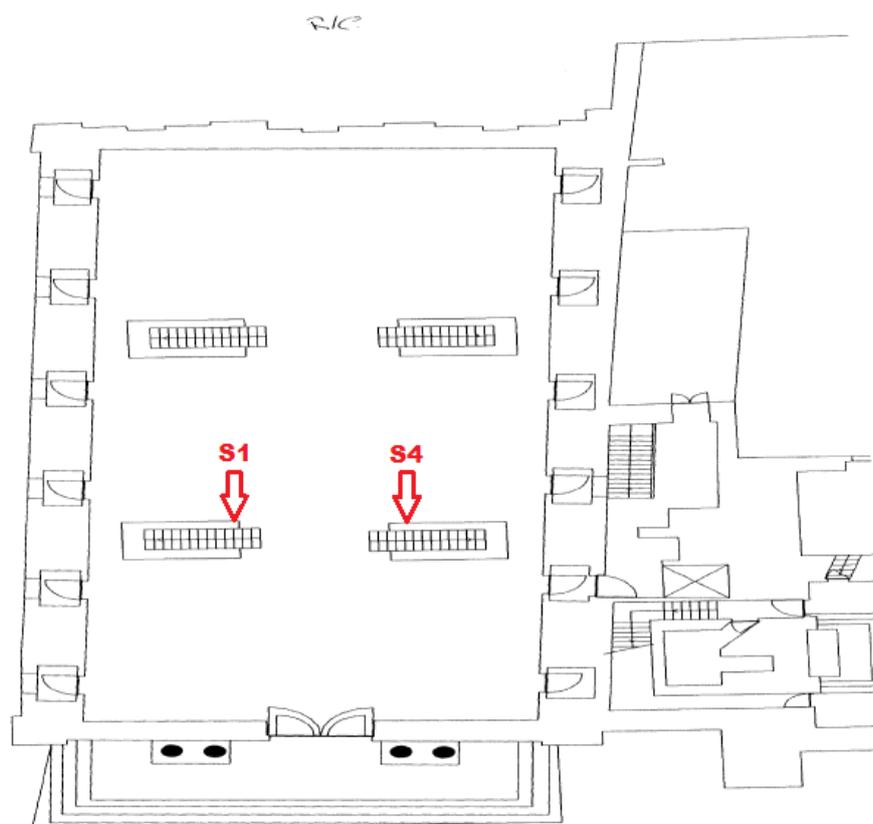


Figura 3: Planta do piso nobre da Biblioteca Joanina e localização dos sensores

CAPÍTULO 4. MÉTODOS E METODOLOGIAS

Por forma a obter os dados da temperatura e humidade relativa, foram usados micro *dataloggers* (DL), modelo NOMAD da marca Omega Instruments. A escolha destes equipamentos deve-se à relação de proximidade entre os valores de temperatura e HR, pelo que faria todo o sentido a escolha dos mesmos, já que permitem a recolha simultânea das duas componentes em causa.

Por outro lado, junta-se a capacidade de registo contínuo, a grande capacidade de armazenamento de dados, a programabilidade, o manuseamento, calibração, precisão de resultados e a autonomia dos DL em causa.

O DL é um equipamento portátil relativamente pequeno que através da utilização de sensores eletrónicos e de um chip no seu interior permite registar a temperatura e a humidade relativa em intervalos de tempo determinados pelo utilizador, que programa o chip usando um computador que contém *software* compatível ao DL. Os dados são transferidos do DL para o computador por meio de um cabo. [1]

O estudo é feito sensivelmente para o período de um ano, por forma a compreender todas as estações e permitir averiguar o comportamento hidrotérmico do espaço ao longo das mesmas.



Figura 4: *Datalogger* Higrotérmico
NOMAD [9]

Foi efetuado ainda um teste para a determinação da concentração de partículas em suspensão no ar no qual foi utilizado o equipamento “Lighthouse 3016 IAQ”.

Este equipamento faz o registo em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, executando 3 ciclos de medição de 45 segundos cada e intercalados por um período de repouso de 15 segundos. Para além da concentração de partículas em suspensão, também mede a temperatura e a humidade relativa em simultâneo. O equipamento é capaz de medir a concentração de várias dimensões de partículas, mas nesta dissertação o foco vai para as partículas PM_{10} .



**Figura 5: Lighthouse Handheld 3016
IAQ.**

Aquando deste procedimento, foi ainda medida a concentração de CO_2 [ppm] por forma a verificar a influência dos visitantes.

Apesar da menor autonomia do PS32 no que toca quer à capacidade de armazenamento de dados quer de autonomia energética comparativamente aos DL, tem a capacidade de medir simultaneamente a concentração de CO_2 [ppm], a HR [%], a temperatura [$^{\circ}\text{C}$] e a pressão [H-Bar], e também ele pode ser programado para as taxas de aquisição que o utilizador desejar.

Estes ensaios ocorreram das 11 às 16 horas, por forma a englobar o período mais movimentado da Biblioteca Joanina, já que é neste período que este problema é mais relevante.

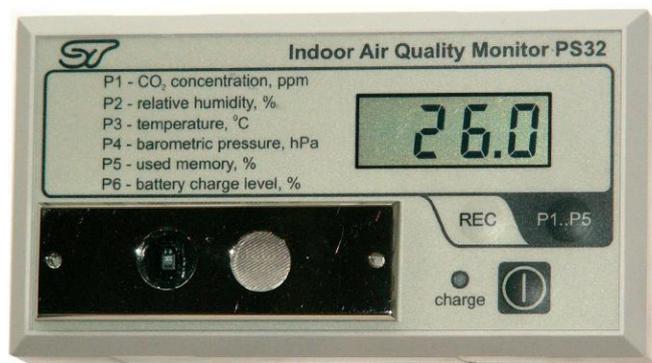


Figura 6: Sensor PS32 [13]

No que diz respeito ao controlo do crescimento de fungos e bactérias a escolha do método adequado para a medição está sujeito à regulamentação do RSCECE, nomeadamente o anexo IV da NT-SCE-02, alínea b, do nº 8 e nº 9 do artigo 29º do RSECE. Os ensaios decorreram segundo um conjunto de boas práticas, para que, os resultados fossem verossímeis, permitindo aferir se os valores recolhidos de concentração de fungos e bactérias estariam dentro dos limites regulamentares.

O aparelho usado foi o amostrador SAS SUPER IAQ, da Pb International e, para o seu manuseamento, é importante lavar as mãos antes de serem recolhidas as amostras de ar.

As amostras são colhidas à altura dos utilizadores, sendo as caixas de Petri colocadas no aparelho ainda fechadas; em seguida é retirada a tampa da mesma e coloca-se no aparelho a parte que contém o meio de cultura (placa Petri), virada para cima. O procedimento ocorre desta forma de modo a evitar contaminações. Após amostragem, recolhendo por aspiração um volume de 250 L de ar, as caixas devem ser tapadas e vedadas com parafita.

Após estes procedimentos, as caixas de Petri foram enviadas para o laboratório de microbióloga do Biocant onde foram colocadas num ambiente apropriado ao crescimento das colónias.



**Figura 7: Amostrador
microbiológico SAS SUPER IAQ.**

CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise higrotérmica efetuada no piso nobre da Biblioteca Joanina com recurso ao *software* KaleidaGraph resultaram os gráficos apresentados a seguir. O período representado é de um ano, tendo sido os *datalogger* programados para uma taxa de aquisição de uma hora, como referido anteriormente. A recolha de dados processou-se em 3 períodos identificados na tabela a seguir. Para além de diminuir o volume de dados a analisar, permitiu um maior contato com o espaço que estava a ser estudado, tornando possível detetar pormenores do ponto de vista estético e técnico, e permitiu o contacto com os funcionários que também se mostram muito prestáveis ao logo deste processo.

Tabela 1: Períodos de recolha de dados

Períodos de recolha	Datas	Observações
1º Período	18 julho 2013 a 6 de março 2014	Sensores tinham sido colocados pelo Prof. Rui Figueiredo a fim de dar continuidade aos estudos prévios.
2º Período	17 março a 5 de junho	Remoção do sensor S1 para ser colocado na casa forte.
3º Período	5 junho a 20 de junho	Recolha dos dados do sensor S4 e posterior reinstalação no local.

As figuras mostram os valores de temperatura e humidade relativa registados no interior e também os valores verificados no exterior, tendo sido estes últimos dados adquiridos através de Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) situadas no DEM e em Ceira.

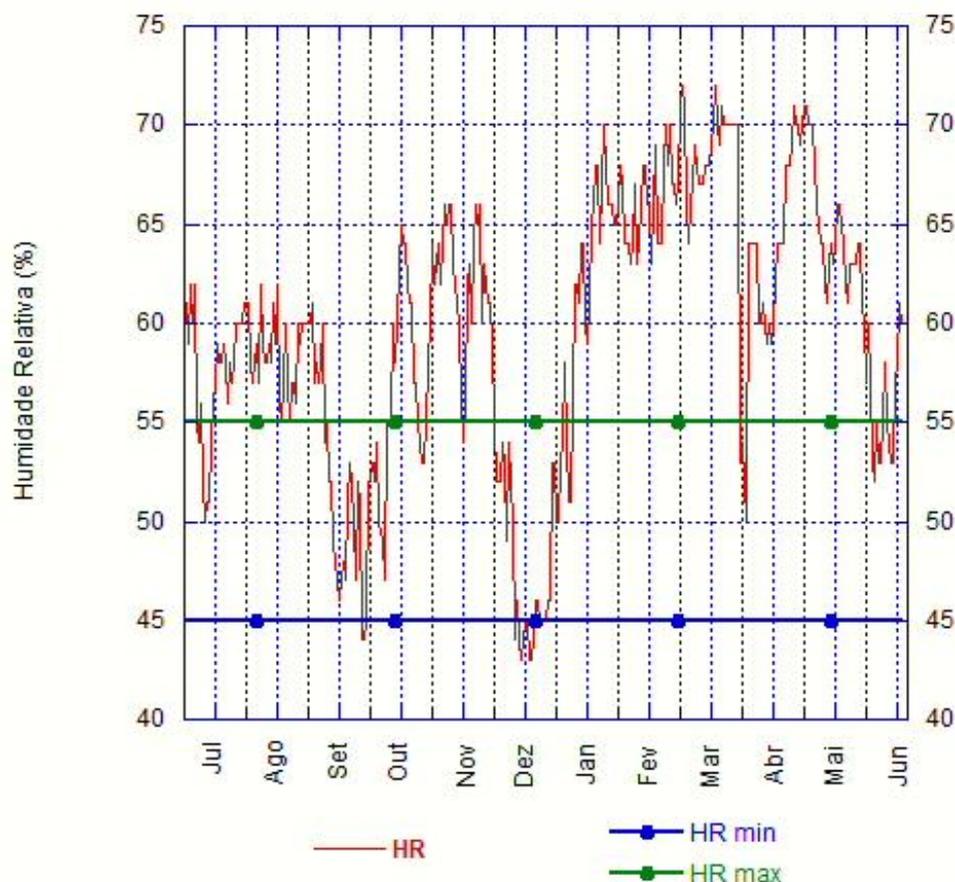


Figura 8: Gráfico de Humidade relativa interior/limites regulamentares

Na figura 8 é representada a Humidade relativa registada no piso nobre da BJUC, assim como os limites regulamentares para uma correta preservação do espólio nele contido. Pela análise da figura facilmente percebemos que a humidade relativa verificada é na maior parte do tempo superior ao limite máximo definido.

O máximo desses valores é atingido nos meses de janeiro a março, meses tendencialmente muito chuvosos.

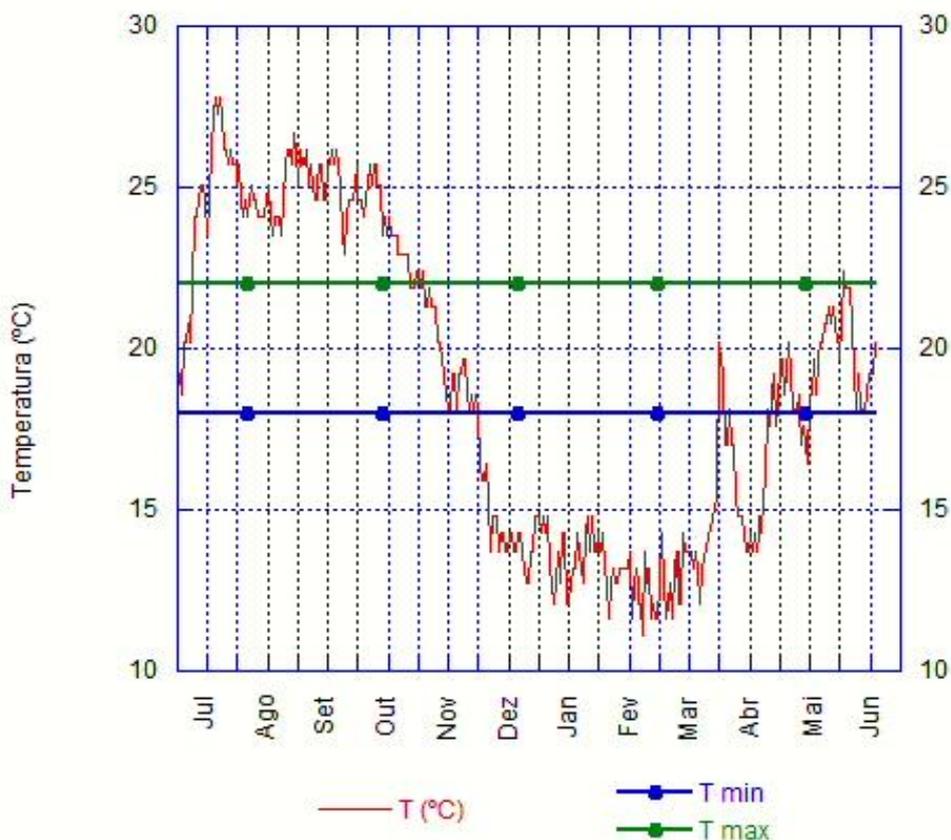


Figura 9: Gráfico de Temperatura interior/limites regulamentares

No gráfico anterior estão representadas a temperatura, assim como a gama de temperaturas ótimas. À semelhança do que acontece com a humidade relativa, a temperatura registada no interior do piso nobre está na maior parte do tempo fora da gama definida. É de notar que o edifício não possui qualquer tipo de equipamento que faça o controlo das condições interiores, sendo assim a arquitetura estrutural do edifício fundamental.

Em seguida é apresentado um gráfico que reúne os dois parâmetros anteriormente individualizados. Nele se observa que a conformidade regulamentar em termos de temperatura e humidade relativa ocorre em períodos distintos, isto é em períodos em que a humidade relativa registada se encontra dentro da gama de valores aceitáveis a temperatura está fora da correspondente gama ideal. A conformidade dos dois parâmetros em simultâneo apenas se verifica esporadicamente em alguns períodos entre meados de março e julho.

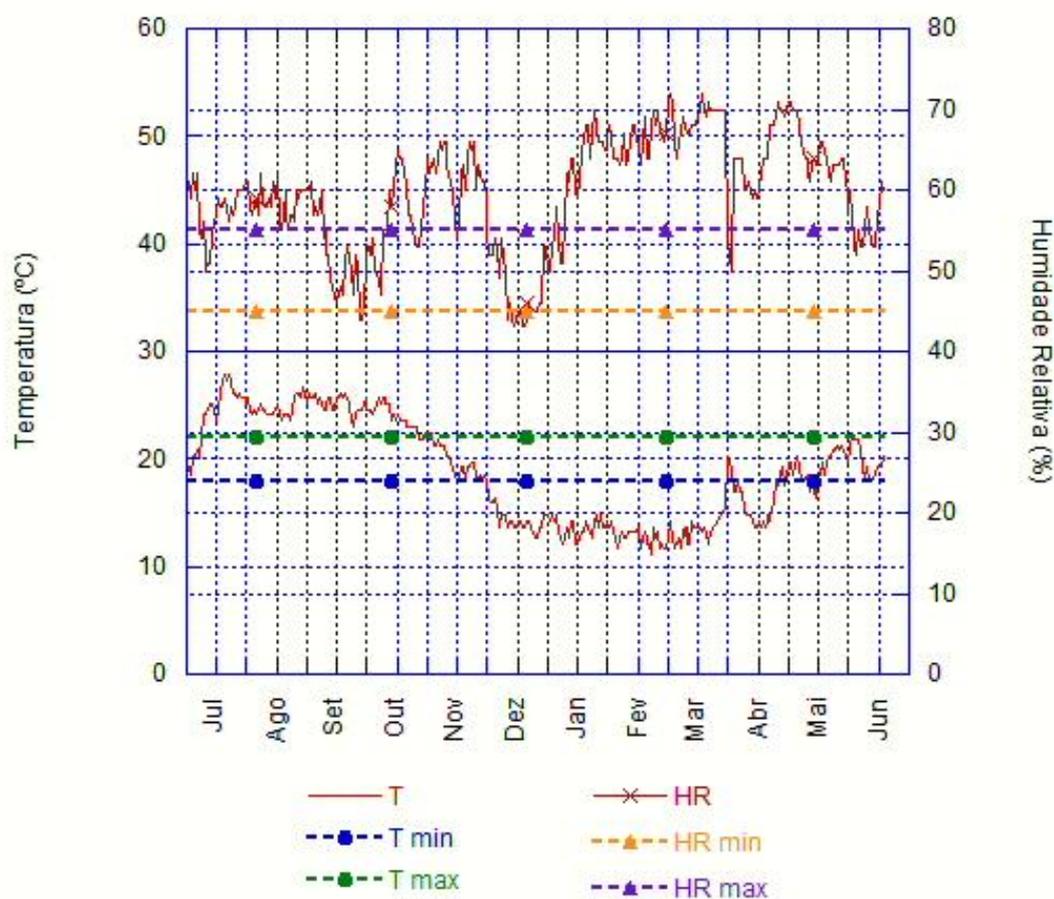


Figura 10: Gráfico de Temperatura e humidade relativa interior e respetivos limites

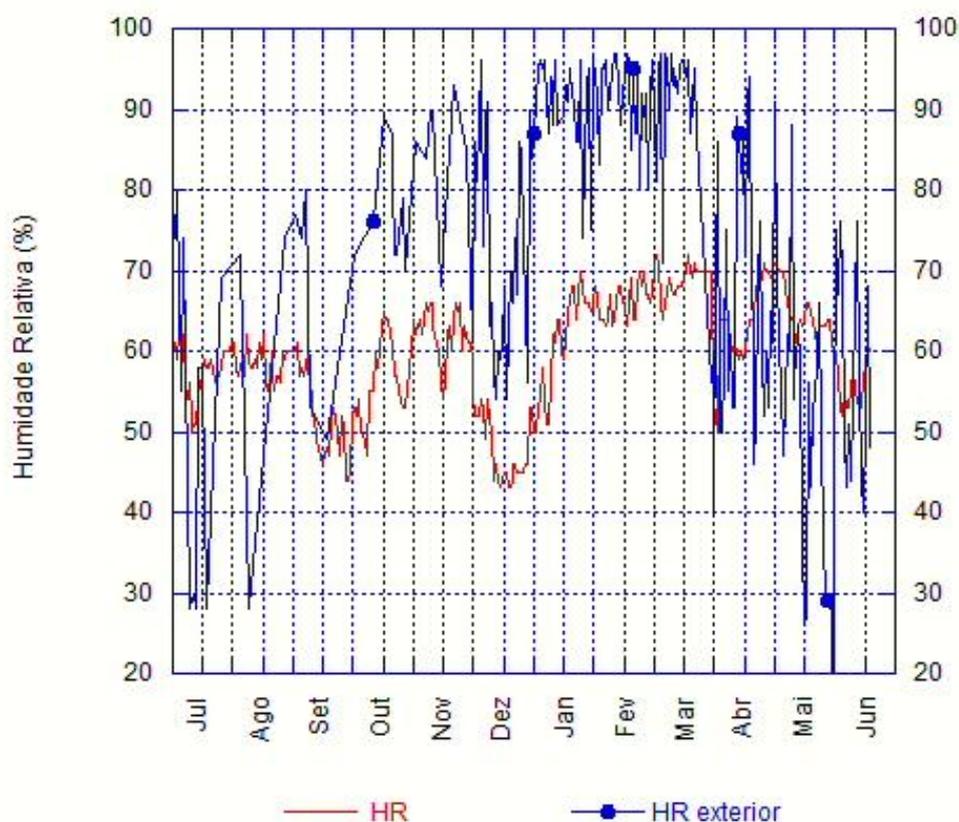


Figura 11: Gráfico de Humidade relativa interior versus humidade relativa exterior

Do gráfico anterior percebemos que em termos de humidade relativa o ambiente interior acompanha o perfil do ambiente exterior, embora com amplitudes mais reduzidas, o que é de facto importante no que diz respeito à preservação dos acervos. Neste gráfico comprovamos a importância que a arquitetura do edifício, tem na atenuação das condições exteriores perante o ambiente interior monitorizado. De notar ainda que a análise comparativa nos primeiros meses do estudo não pode ser muito precisa, pois os dados referentes às condições exteriores não são muito fidedignos uma vez que os registos da EMA de Ceira se encontravam bastante incompletos e a EMA do DEM só começou a funcionar a 14 de novembro de 2013. Sendo os dados desta última muito mais completos e estando a estação geograficamente mais perto do local de estudo, o uso do dados recolhido pela estação do Pólo II (DEM) é o mais correto.

À semelhança do que acontece com a humidade relativa, o perfil de temperatura interior também acompanha o perfil no exterior. Do mesmo modo as oscilações de temperatura interior são muito menores do que as exteriores.

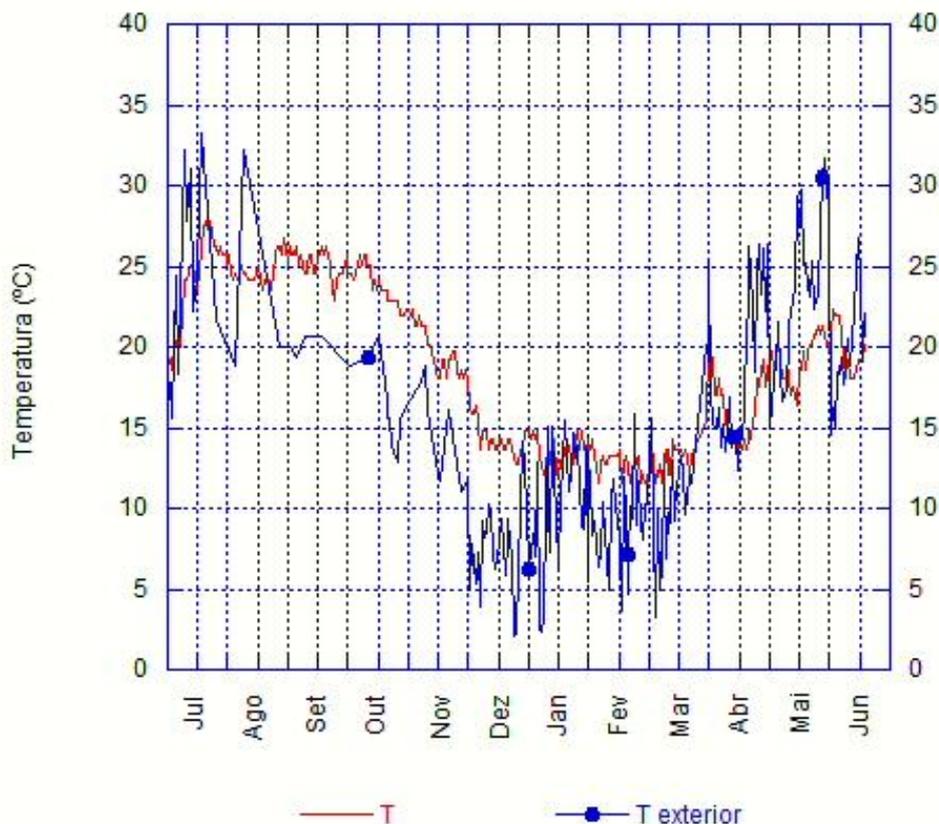


Figura 12: Gráfico de Temperatura interior versus temperatura exterior

Por fim é apresentado o gráfico onde figuram os perfis comparativos de temperatura e humidade relativa.

Verifica-se assim que a humidade relativa e a temperatura são fatores com comportamentos inversos, ou seja, o aumento da temperatura leva geralmente à diminuição da humidade relativa e vice versa.

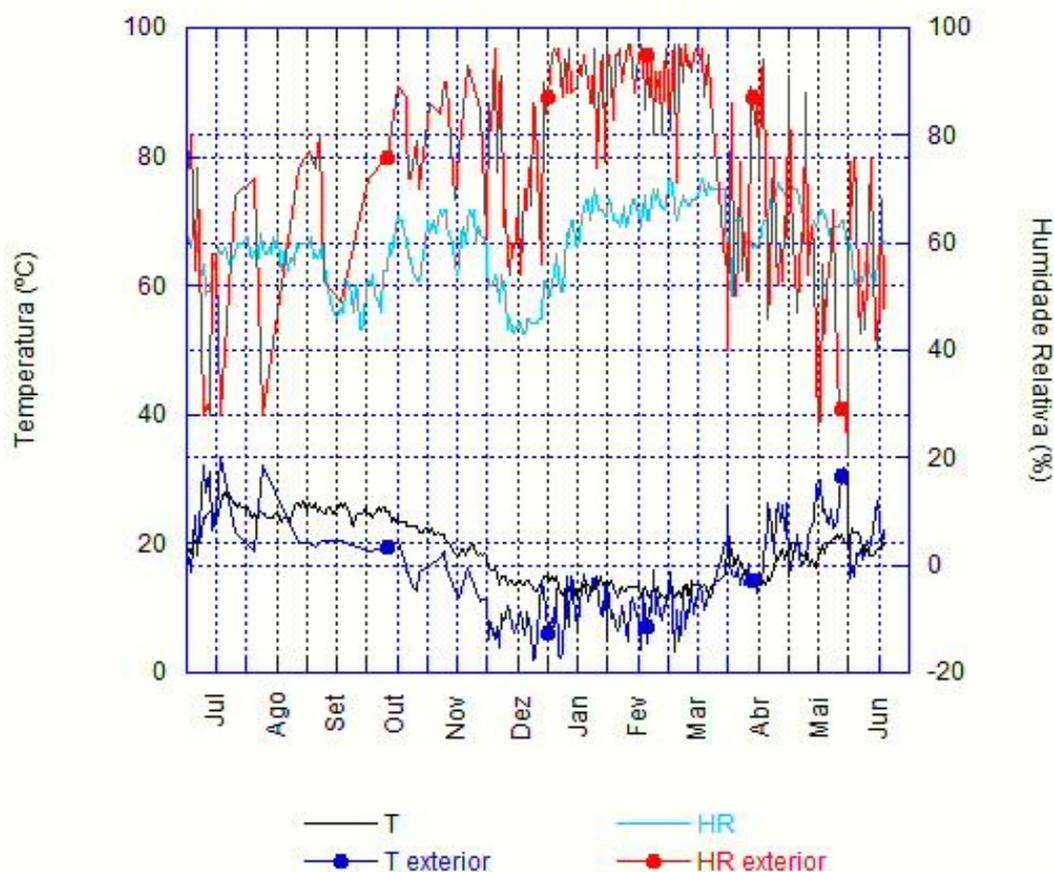


Figura 13: Gráfico de Temperatura e humidade relativa interior e exterior

Os resultados decorrentes do estudo feito às partículas em suspensão, mais propriamente às partículas PM_{10} , é apresentado em seguida. A principal dificuldade verificada no decorrer do estudo prendeu-se principalmente com a desorganização dos grupos de visitantes, infringindo até os regulamentos estipulados para o efeito, pelo que os ensaios não decorreram do modo esperado.

Segundo os regulamentos internos, os grupos de visita no local não devem exceder os 60 elementos e, após cada visita, o edifício necessita de 20 minutos para “respirar”. Estes procedimentos foram assim definidos de forma a que as visitas ao local e a preservação dos acervos pudessem coexistir.

Contudo os dados recolhidos dão boas indicações da dispersão de partículas verificada naquele local.

O gráfico seguinte representa a concentração de partículas PM_{10} ao longo do tempo de ensaio, que ocorreu das 11 às 16 horas. Tendo em conta que cada ensaio foi realizado aquando da entrada de novos grupos, podemos perceber que o tempo de repouso não foi de todo respeitado. Nele está ainda representado o máximo regulamentar para este tipo de partículas. Facilmente se percebe que os valores registado no estudo são permanentemente superiores ao limite regulamentar, o que constitui um perigo para o público visitante e para os funcionários uma vez que pode acarretar problemas de saúde como por exemplo, insuficiência respiratória. Por outro lado constituem um perigo para o acervo e a sua preservação, uma vez que para além do efeito abrasivo a elas associadas, obrigam ao reforço da higienização, o que também é prejudicial.

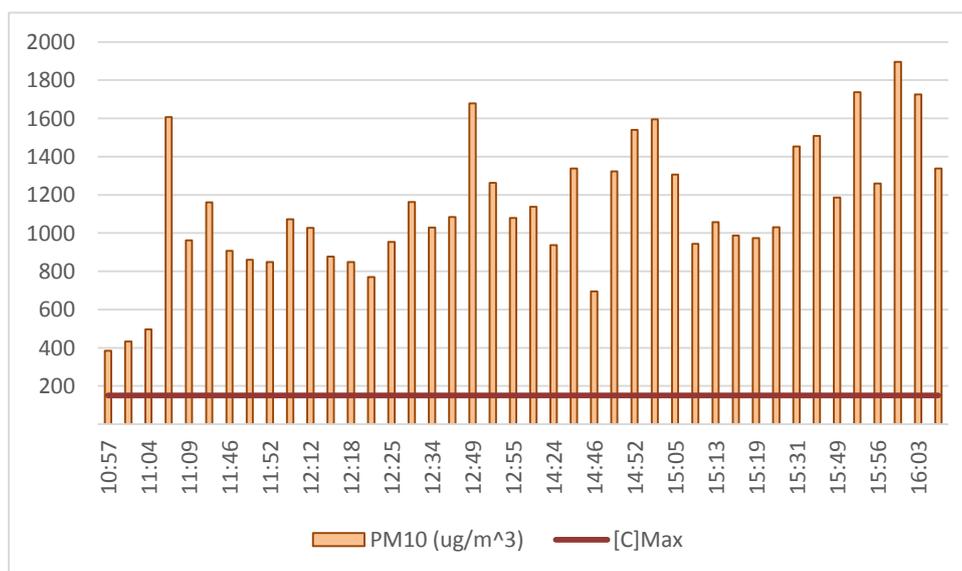


Figura 14: Gráfico de Concentração de partículas $PM_{10}(\mu g/m^3)$ /limite regulamentar

De seguida é apresentado o gráfico onde figura para além da concentração o número de visitantes presentes no piso nobre aquando das medições.

Analisando o gráfico pode perceber-se que a influência dos visitantes na concentração não se faz sentir apenas quando estes estão no local, mas também afeta os valores registados nos ensaios efetuados com os grupos seguintes. Verifica-se que mesmo na ausência de visitantes a concentração de partículas no ambiente é bastante elevada.

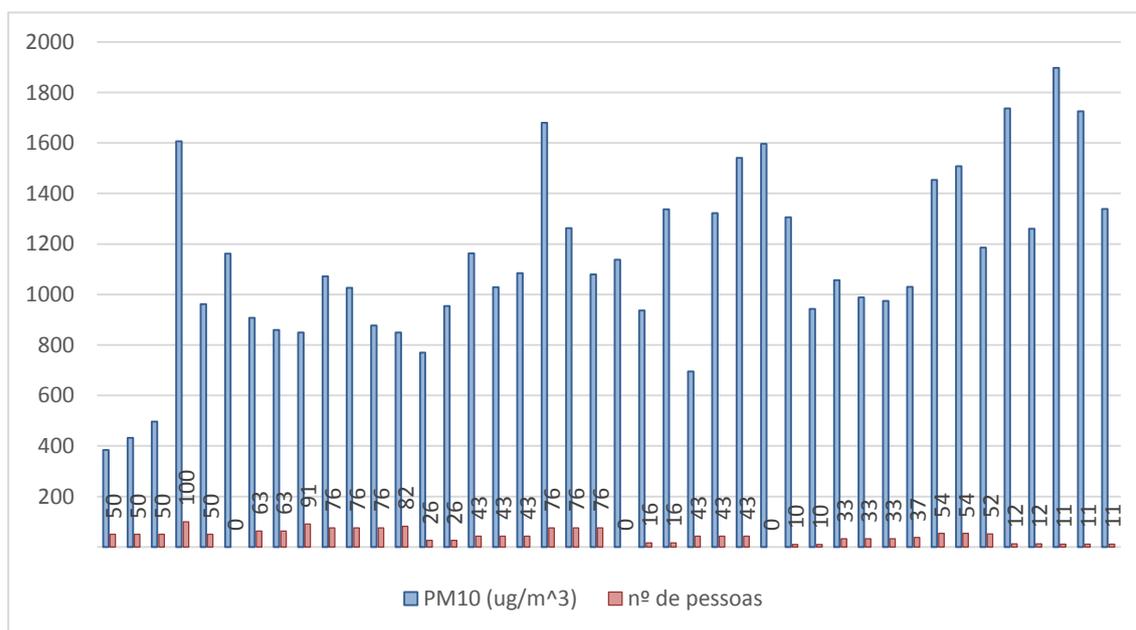


Figura 15: Gráfico de Concentração de partículas PM₁₀ versus número de visitantes

Como referido anteriormente, o sensor PS32 esteve a recolher dados de concentração de CO₂, durante o mesmo período em que a recolha da concentração de partículas PM₁₀ esteve a ser efetuada.

O objetivo era aferir sobre a influência que os visitantes têm nos níveis de concentração de CO₂ registados naquele espaço.

Os gráficos resultantes são analisados de seguida

No gráfico é possível verificar a evolução da concentração de CO₂, ao longo do período de tempo analisado, que foi de cerca de 5 horas. A concentração é expressa em ppm (partes por milhão). É de notar que os picos verificados, nos instantes iniciais e nos instantes finais, são valores errados, que poderão estar associados ao manuseamento do aparelho. No gráfico figuram ainda o valor típico de concentração exterior, e o valor máximo regulamentar fixado para espaços interiores.

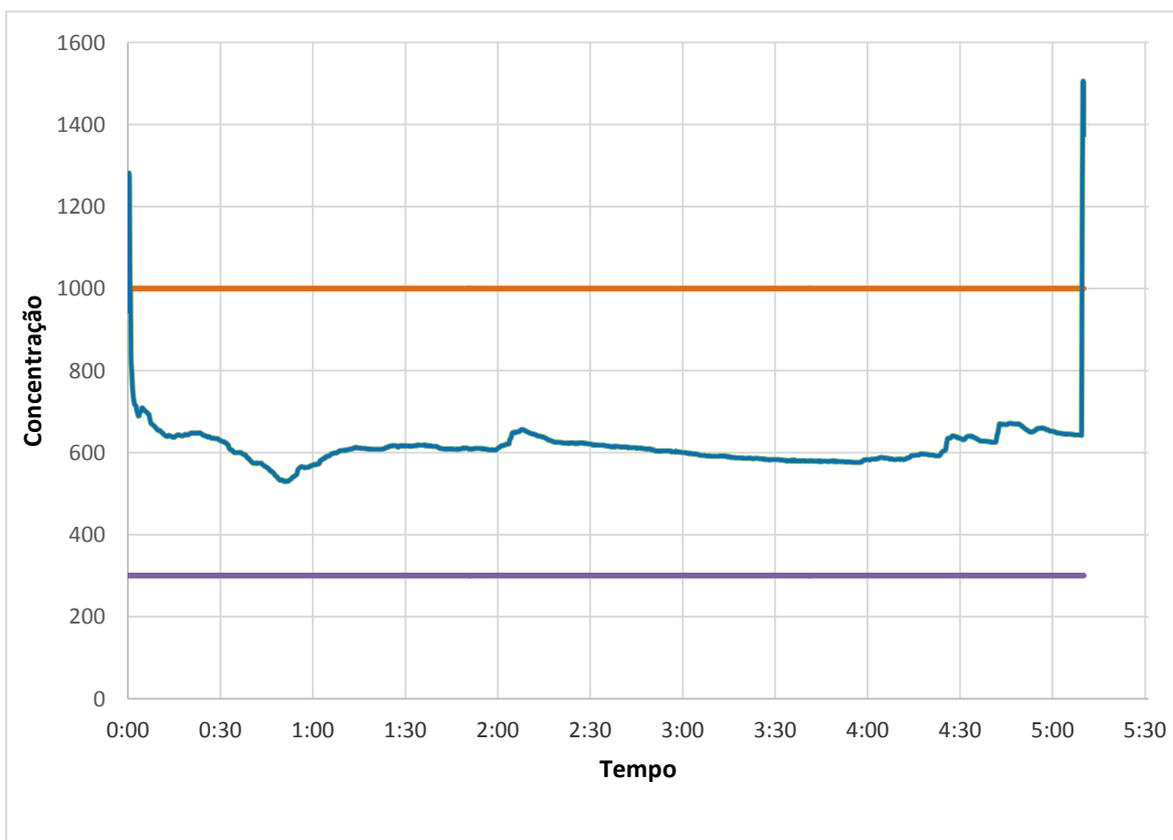


Figura 16: Gráfico de Concentração de CO₂ versus limite regulamentar versus valor típico de concentração exterior.

Naturalmente tratando-se de um espaço fechado, os valores de concentração registado são superiores aos registados no exterior, que andam tipicamente na ordem do 300 a 380 ppm. Esse valor é representado no gráfico pela linha púrpura e está fixado nos 300 ppm.

O valor máximo regulamentar é representado pela linha a laranja, e pela observação do gráfico percebemos que esse valor nunca é excedido ao longo do período de estudo. Sabendo que o número de visitantes registados naquele dia, corresponde ao valor médio diário, pode-se concluir que a amostra é representativa de todo o período em que o circuito de visitas se encontra aberto. Logo o espaço combinado com o circuito turístico não constitui perigo para a saúde daqueles que o frequentam.

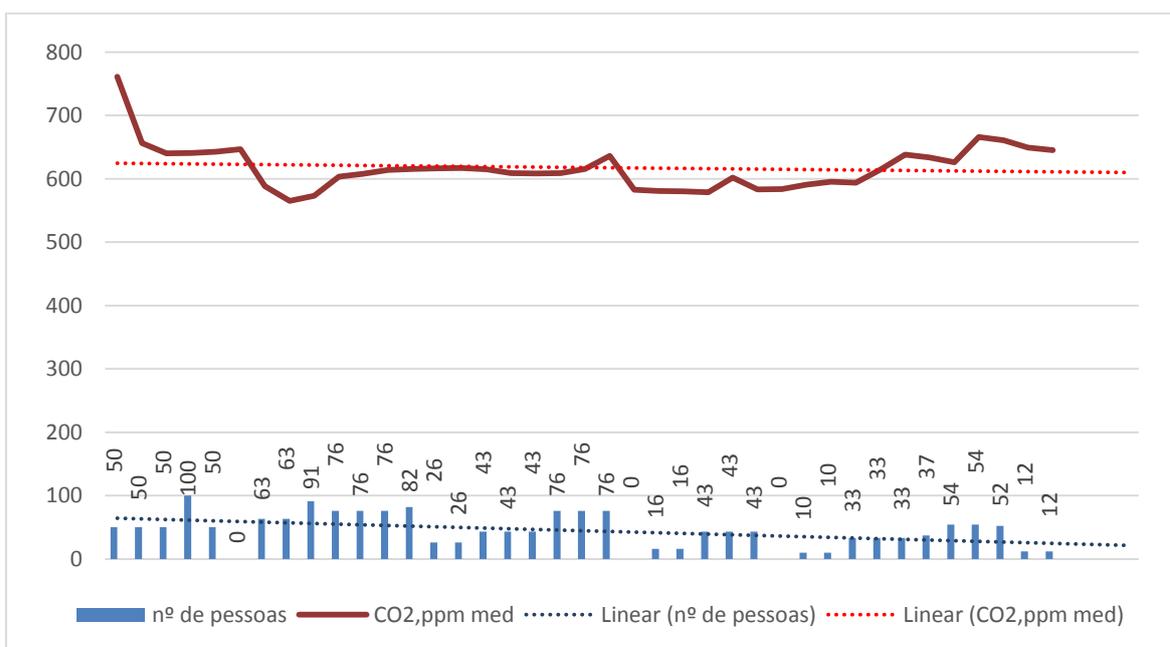


Figura 17: Gráfico de Concentração de CO2 média/ número de visitantes

À semelhança do verificado com as partículas PM_{10} , podemos concluir que os efeitos da concentração são cumulativos, ou seja, a concentração registada cada vez que um grupo entra no edifício, não é exclusivamente devida àquele grupo, mas tem ainda a influência de grupos anteriores. Este facto é fácil de comprovar tendo em conta que em medições em que não existia nenhum visitante no piso os valores registados são superiores, a medições em que o número de elementos dos grupos excedia o máximo estipulado pelos regulamentos internos.

Analisando as linhas de tendência percebemos que apesar do referido efeito cumulativo, estes tendem a evoluir da mesma forma, estando o acréscimo de um associado ao acréscimo do outro fator.

Os ensaios para o controlo de fungos, decorreram na manhã do dia 19 de julho, com a colaboração do Dr. António Grilo do laboratório de microbiologia do Biocant, de Cantanhede, que, após os procedimentos, se encarregou de levar as amostras para o laboratório a fim de os colocar num ambiente controlado, propício ao crescimento das potenciais espécies de fungos e bactérias presentes no meio.

Os resultados estão expostos na tabela a seguir.

Tabela 2: Resultados do teste aos fungos e bactérias

Ponto de recolha	Local	Tipo de meio	Concentração (UFC/m ³ de ar)	Volume (L)
A1	Piso Nobre (fundo)	MEA (fungos)	384,0	250
A2		MEA (fungos)	396,0	250
A3	Piso Nobre (janela esquerda)	MEA (fungos)	345,0	200
A4		MEA (fungos)	426,7	150
A5	Piso intermédio	MEA (fungos)	216,0	250
A6		MEA (fungos)	248,0	250
A7	Arquivos/cave	MEA (fungos)	104,0	250
A8		MEA (fungos)	66,7	150
A9		TSA (bactérias)	75,6	450
A10	Arquivos/cave - sala interior	MEA (fungos)	53,3	150
A11		MEA (fungos)	24,0	250
Ext. 1	Escadas de Minerva - saída da prisão	MEA (fungos)	372,0	250
Ext. 2		MEA (fungos)	360,0	250
Ext. 3		TSA (bactérias)	176,0	250

Após o período de incubação necessário, em laboratório, as colónias foram contadas permitindo obter as concentrações, registadas na terceira coluna. A concentração foi obtida dividindo o número de colónias pelo volume de ar recolhido em cada amostra e multiplicado de seguida por 1000 L/Volume. Esse volume está expresso em litros e figura na última coluna da tabela acima.

Note-se que os meios de cultivo para fungos e bactérias é necessariamente diferente, pois as condições de crescimento necessárias são diferentes para cada um deles.

As amostras foram recolhidas em vários pontos da Biblioteca Joanina, incluindo o piso intermédio e os arquivos.

Relativamente às concentrações registadas, estas não são muito elevadas, sendo todas inferiores ao valor máximo regulamentar, que é de 500 UFC/m³. As espécies detetadas são semelhantes às existentes no exterior, havendo no entanto algumas nuances nos diferentes pontos de amostragem. O Piso Nobre e o piso intermédio apresentam os maiores valores de contaminação, sendo os do Piso Nobre ligeiramente superiores aos registados no exterior. Tal facto deve-se principalmente às alcatifas e outros materiais semelhantes presentes no local, pois potenciam o acumular de sujidade e são um meio propício à proliferação deste tipo de contaminantes.

Os valores mais baixos foram registado nos arquivos, que apesar de terem um ambiente mais húmido são desprovidos de materiais como os referidos anteriormente, e por isso são um espaço mais “limpo”.

Foram ainda recolhidas zaragatoas na parede do arquivo, em zonas que apresentavam algo que se assemelhava a bolor. No entanto a análise da zaragatoa revelou que se tratava de estruturas cristalinas, vulgarmente designadas por salitre, e não de natureza biológica, conforme inicialmente se suspeitava.



Figura 18: Salitre recolhida com zaragatoa

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES FUTURAS

O desenvolvimento desta dissertação incidiu sobre a importância das condições higrotérmicas e qualidade do ar interior na preservação e conservação dos acervos bibliográficos na Biblioteca Joanina. A maior parte das conclusões têm vindo a ser referidas ao longo do estudo, no entanto, neste capítulo é apresentada uma perspetiva geral das considerações finais.

Relativamente ao piso nobre da Biblioteca Joanina, a realização do estudo permite afirmar que os exemplares bibliográficos se encontram em boas condições, apesar de os valores de temperatura e de humidade relativa do ar interior se encontrarem, em grande parte do ano, fora dos limites recomendáveis, devido à relação direta entre o ambiente exterior e interior evidenciados pelos perfis expostos nos gráficos. Os testes de controlo à qualidade do ar interior também apresentaram valores de concentrações dos poluentes inferiores aos definidos nos regulamentos, excetuando as partículas PM_{10} , comprovando assim que o ambiente é propício à preservação do acervo e à permanência de turistas no local. A concentração de CO_2 registada no piso nobre é influenciada pelo fluxo de turistas, fluxo esse que também influencia a concentração de partículas em suspensão, nomeadamente as PM_{10} . Este parâmetro apresenta valores muito elevados relativamente aos considerados ótimos e será certamente um aspeto a ser reavaliado.

O estudo realizado no arquivo da biblioteca Joanina, permite concluir que ao nível dos fungos e bactérias o ambiente não apresenta risco particular para a conservação do espólio que nele se encontra. No entanto, ao longo do estudo detetou-se uma grande entrada de água no arquivo, dando-se a entrada da mesma principalmente pelo poço do elevador. O mesmo problema foi detetado no piso intermédio e respetivo acesso, embora em menor escala, o que leva a problemas relacionados com humidade. Este aspeto deverá ser alvo de estudo. Por outro lado o cumprimento dos regulamentos internos, referentes aos ciclos de visitas ao edifício, não é de todo cumprido, sendo necessário um maior controlo deste aspeto por parte das entidades competentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]-Catarino, I. (2010), “*Análise das Condições Higrotérmicas na Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra*”, Tese de mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- [2]-Boletim eletrónico da ABRACOR - Número 1 (2010). Página consultada em 15 de Março de 2014 e disponível em: <http://www.abracor.com.br/novosite/boletim/boletim062010.pdf>.
- [3]-Ramos, N. M. M. (2007), “*A importância da inércia higroscópica no comportamento higrotérmico dos edifícios.*”. Dissertação submetida para obtenção de Doutor em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- [4]-Bendix, C. and Pickwoad, N. (2006) Books, “*The National Trust Manual of Housekeeping*”. Elsevier/Butterworth-Heinemann, 475-487.
- [5]-Lloyd, H., Lithgow, K., Brimblecombe, P., Yoon, Y.H., Frame, K., and Knight, B. (2002) The effects of visitor activity on dust in historic collections, “*The Conservator*”, 26, 27-84.
- [6]-Lloyd, H., Bendix, C., Brimblecombe, and Thickett, D. “*DUST IN HISTORIC LIBRARIES*”.
- [7]-Amaral, A. E. (2009), “*Tesouros da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra*”, Imprensa da UC.
- [8]-Pinto, A. (2009), “*Análise das Condições Higrotérmicas em espaços da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra*”. Tese de mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- [9]-Sebera, D. K. (2001), “*ISOPERMAS: uma ferramenta para o gerenciamento Ambiental.*”, 2a Edição (18). Projecto Conservação preventiva em Bibliotecas e Arquivos, Rio de Janeiro, Brasil.
- [10]-Pereira, A. G., Berto, L. e Barros, R., “*Ventilação, Humidade e Temperatura*”.
- [11]-Rocha,N.(2011), “*Análise das Condições Higrotérmicas em Espaços da Biblioteca Geral da UC*”. Tese de mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- [12]-Júnior, J. S. (1997), “*A conservação de acervos Bibliotecários & Documentais*”. Fundação Biblioteca Nacional, Departamento de processos técnicos, Rio de Janeiro, Brasil. Consultado em 23 de Março de 2014.
- [13]-Norma UNI 10829 (2009), “*Beni di interesse storico e artistico – Condizioni ambientali di conservazione – Misurazione ed analisi*”. Norme e Linee Guida,

ISAC, Bologna. Consultado em 18 de Fevereiro de 2014 e disponível em:
http://www.ibr.regione.emilia-romagna.it/wcm/ibr/eventi/musa2/g/2_Chiara_Guaraldi_-_Norme_e_linee_guida.pdf.

[14]-Ferreira, C. (2008), “*Importância da Inércia Higroscópica em Museus*”. Tese de mestrado em Engenharia Civil na especialidade de Reabilitação do Património Edificado. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

[15]-Gianfranco, R., Gianluca, S., Maria, La G. e Giovanni, L. (2008), “*Conflicting needs of the thermal indoor environment of museums: In search of a practical compromise*”, *Journal of Cultural Heritage*, 9, 125 e 134. Consultado em 2 de Abril de 2014 em: <http://www.sciencedirect.com>

Outra Bibliografia consultada

Norma ISO 11799. 15/09/3003, Information and documentation - Document storage requirements for archive and library materials. ISO.

Mársico, M. A. V., -*Noções Básicas de preservação de Livros e Documentos*||, Brasil.

Mello, P. M. C. de, Santos e M. J. V. da C. (2004), - *Manual de Conservação de Acervos Bibliotecários da UFRJ* Serie Manual de Procedimentos nº4, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Santos, J. P. C. M. (2008), “*Avaliação Experimental dos Níveis de Qualidade do Ar Interior em Quartos de Dormir – Um Caso de Estudo.*”, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

ADENE (2009). Nota Técnica NT-SCE-02 – Metodologia para auditorias periódicas de QAI em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE. Acedido em 3 de julho de 2014, em: http://www.adene.pt/NR/rdonlyres/039E8147-8487-4303-96DD-6751687486F4/1187/NT_SCE02_Out09.pdf

Decreto – Lei nº 79/2006 de 4 de Abril. Diário da República nº 67/2006 – I Série -A. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa.

Decreto – Lei nº 80/2006 de 4 de Abril. Diário da República nº 67/2006 – I Série -A. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa.

Decreto – Lei nº 129/2002 de 11 de Maio. Diário da República nº 109/2002 – I Série -A. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.

Decreto – Lei nº 71/2008 de 15 de Abril. Diário da República nº 74/2008 – I Série. Ministério da Economia e da Inovação. Lisboa

- Decreto – Lei nº 78/2006 de 4 de Abril. Diário da República nº 67/2006 – I Série -A.
Ministério da Economia e da Inovação. Lisboa.
- Yamashita, M. M. e Paletta, F. A. C. (2006). “Preservação do Património Documental e Bibliotecário com ênfase na Higienização de livros e documentos textuais.” Universidade de São Paulo, Brasil.
- Sarmiento, A. G. da S. (2003). “PRESERVAR PARA NÃO RESTAURAR.” II CIBERética, Simpósio Internacional de Propriedade intelectual, Informação e Ética, VIII Encontro Nacional de Informação e Documentação Jurídica, 22º Painel Biblioteconomia em Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.
- Júnior, J. S. (1997). “A conservação de acervos Bibliotecários & Documentais.” Fundação Biblioteca Nacional, Departamento de processos técnicos. Rio de Janeiro, Brasil.
- IFLA-PAC, “Directrizes da IFLA para a conservação e o manuseamento de documentos de biblioteca”, Publicações técnicas sobre P & C. Lisboa: Biblioteca Nacional, 2004.

ANEXO A: CONDIÇÕES HIGROTÉMICAS DE REFERÊNCIA

Tabela 3: Especificação de humidade relativa e temperatura para museus, galerias, bibliotecas e arquivos. [14]

<p>Temperatura: um valor entre 15 e 25°C</p> <p>Nota: Nas salas destinadas a exposições temporárias deve ser possível o valor solicitado pela entidade que empresta, tipicamente 50%, 21°C mas por vezes 55 ou 60%.</p>	A	Controle de precisão, alguns factores ou alterações sazonais mas não os dois	±5% HR, ±2°C	Aumentar ou reduzir a HR 10%, aumentar a Temperatura 5°C ou reduzi-la 10°C	Risco reduzido de degradação mecânica para artefactos muito sensíveis, nenhum risco para a maior parte dos artefactos, pintura, fotografias e livros.
	B	Controle de precisão de alguns factores mais um ajuste da temperatura de Inverno	±10% HR, ±5°C	Mais 10%, menos 10% HR; mais 10°C mas não acima de 30°C, diminuir até um valor suficientemente baixo para manter o controle da HR	Risco moderado de degradação mecânica em objectos muito sensíveis, risco muito pequeno para a maior parte da pintura e da fotografia, alguns livros e artefactos e risco praticamente nulo para muitos artefactos e a maior parte dos livros. Os objectos quimicamente instáveis ficarão inutilizados dentro de décadas, menos se estiverem regularmente a 30°C, mas os períodos frios do Inverno duplicam a sua vida.
	C	Evitar os extremos mais perigosos	HR mantida entre 25% e 75% durante todo o ano, temperatura raramente acima dos 30°C, normalmente inferior a 25°C		Risco elevado de degradação mecânica para artefactos muito vulneráveis, risco moderado para a maior parte da pintura e da fotografia e alguns artefactos e alguns livros e um pequeno risco para muitos artefactos e a maior parte dos livros. Os objectos quimicamente instáveis ficarão inutilizados dentro de décadas, menos se estiverem regularmente a 30°C, mas os períodos frios do Inverno duplicam a sua vida.
	D	Evitar a humidade	HR mantida de forma segura a um valor inferior a 75%		Risco elevado de deterioração mecânica brusca ou acumulada para a maior parte devido á fractura por humidade relativa demasiado baixa, mas são evitadas as deformações provocadas por humidade elevada especialmente nos embutidos, pintura, papel e fotografias. Os objectos quimicamente instáveis ficarão inutilizados dentro de décadas, menos se estiverem regularmente a 30°C, mas os períodos frios do Inverno duplicam a sua vida.
Sala fria -20°C 40% HR			±10% HR, ±2°C		Objectos quimicamente instáveis estarão inutilizados num milénio. Flutuações de HR durante um mês não afectam propriamente os registos do armazenamento a esta tempe-

ANEXO B: VALORES SUGERIDOS PELA UNI 10829

Tabela 4: Valores sugeridos para a conservação das obras de arte para as condições climáticas interiores no estado estacionário (UNI 10829). [13]

Work of art materials	θ_0 (°C)	$\Delta\theta_{\max}$ (°C)	u_0 (%)	Δu_{\max} (%)
<i>Organic materials/objects</i>				
Paper, papier mâché, paper artwork, tissue-paper, wallpaper, stamp collections, manuscripts, papyri, printings, cellulose materials	18–22	1.5	40–55	6
Fabric, veils, drapery, carpets, fabric tapestry, arras, silk, costumes, dresses, religious vestments, natural fibre materials, sisal, jute	15–24	1.5	50–60	6
Wax, anatomical waxes	19–24	1.5	30–50	6
Herbaria and botanical collections	<18	N.S.	40–60	N.S.
Entomological collections	21–23	1.5	45–55	2
Animals and anatomical organs preserved in formalin	19–24	1.5	40–60	6
Animals, dried anatomical organs, mummies	15–25	–	N.S.	N.S.
Furs, feathers, stuffed animals and birds	21–23	1.5	20–35	–
Water-colours, drawings, pastels	19–24	1.5	40–60	6
Ethnographic collections, masks, leather, leather clothes	4–10	1.5	30–50	5
Painting on canvas, oil painting on cloth and canvas, tempera, gouaches	15–21	1.5	45–60	6
Documents, file material	19–24	1.5	45–60	2
Books of great value, leather-bound books, leather bindings, parchment, miniatures	13–18	–	50–60	–
Lacquer, inlaid, decorated or lacquer furniture	19–24	1.5	45–55	6
Polychromatic wood carvings, painted wood, paintings on wood, icons, wood pendulum-clocks, wood musical instruments	19–24	1.5	50–60	2
Unpainted wood carvings, wickerwork, wood or bark panels	19–24	1.5	45–65	2
<i>Inorganic materials/objects</i>				
Porcelain, ceramics, stoneware, terracotta, tiles and demineralised tiles from excavation	N.S.	–	N.S.	10
Stones, rocks, ore and stable (porous) meteorites	19–24	–	20–60	6
Stone mosaics, stones, rocks, ore, meteorites (non porous), fossils and stone collections	15–25	–	40–60	10
Metals, smoothed metals, metal alloys, silver, armour, weapons, bronze, coins, copper objects, tin, iron, steel, lead, pewter	15–25	–	20–60	–
Metals with active corrosion sites	N.S.	–	<50	–
Gold	N.S.	–	<55	–
Gypsum and plaster	N.S.	–	<40	–
Unstable, iridescent and sensitive glass, sensitive glass mosaics	N.S.	–	N.S.	–
<i>Various objects</i>				
Murals, frescoes, sinopite (detached)	10–24	–	45–60	–
Dry murals (detached)	6–25	–	50–65	–
Ivories, horns, malacological collections, eggs, nests, corals	10–24	–	45–60	–
Phonographic records	6–25	1.5	40–60	6
Man-made fibres	19–24	–	45–65	2
Film, colour photograph	10–21	–	40–55	–
Film, black and white photograph	19–24	–	40–60	–
Organic material objects coming from damp excavation areas (before treatment)	0–15	–	30–45	–
Plastics	–15 to –5	–	30–50	–
	5–15	–	40–60	–
	2–20	–	20–30	–
	19–24	–	Saturated air	–
	19–24	–	50–65	–
	19–24	–	30–50	–

N.S. = not significant.

Análise à Norma UNI 10829

A norma italiana UNI 10829 traça procedimentos de recolha de informações do histórico climático das obras, sugere uma metodologia de análise ambiental e fornece instruções úteis para decidir se os artefactos estão em boas condições e mantidos fora de risco de deteriorização.

Com estes propósitos a norma UNI 10829, está munida de um formulário para recolher dados ambientais a que a obra tenha estado sujeita.

A fim de avaliar as variações ambientais a que o espólio está sujeito, a realização de campanhas de recolha de dados ambientais com uma taxa de aquisição de hora a hora é recomendada. É importante avaliar a média dos valores e o seu comportamento em torno desses valores médios, isto é, como os valores variam em volta da média e com que rapidez isso acontece.

Relativamente ao risco de deteriorização relacionado com a radiação da luz, o parâmetro tido em conta é a energia armazenada.

O levantamento dos dados é dividido em duas fases distintas segundo a metodologia recomendada pela norma. A primeira fase serve para uma abordagem geral acerca do local de estudo e na segunda fase os sensores são estrategicamente colocados nos locais, tendo em conta os valores obtidos na primeira fase.

Deste modo a norma UNI 10829 através da metodologia de análise de condições ambientais fornece uma série de valores “ótimos” de referência de grande utilidade aquando do planeamento de sistemas AVAC.

Os valores da tabela anterior referem-se sobre tudo às condições de preservação relacionadas com a temperatura e a humidade relativa, sendo estes também importantes para prevenir danos microbiológicos nas obras. Na referida tabela constam 3 grupos de materiais, sendo eles: material orgânico; material inorgânico e material misto. Estas 3 categorias contêm informação para a preservação de 33 tipos de materiais e objetos acondicionados em ambientes estáveis.

ANEXO C – IMAGENS DOS VARIOS ESPAÇOS DA BIBLIOTECA JOANINA E DOS PROCESSOS DE RECOLHA DE DADOS



Figura 19: Livros degradados da BJ



Figura 20: Varanda esquerda da BJ



Figura 21: Procedimento de avaliação da concentração de partículas PM_{10}



Figura 22: Procedimento de avaliação da concentração de fungos e bactérias/PS32



**Figura 23: Recolha de uma amostra na
sala interior do arquivo da BJ**



**Figura 24: Recolha de amostra de ar
junto às escadas de Minerva**

