



Análise das Condições Higrotérmicas em espaços da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra

Alexandra Catarina Ferreira Pinto

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Júri

Presidente: Prof. Doutor António Rui de Almeida Figueiredo

Orientador: Prof. Doutor António Rui de Almeida Figueiredo

Vogais: Prof. Doutor José Joaquim da Costa

Doutor Jorge Pais de Sousa

Dezembro, 2009

Agradecimentos

A realização desta Dissertação de Mestrado não teria sido possível sem o apoio das seguintes pessoas a quem desejo exprimir os meus mais sinceros agradecimentos.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor António Rui de Almeida Figueiredo, por todo o tempo que despendeu comigo, pela sua partilha de conhecimentos, orientação, apoio e confiança.

Agradeço ao Doutor Jorge Pais de Sousa e à Doutora Isabel Ramires por estarem sempre disponíveis quando foi necessário e pela atenção dispendida nas várias visitas à Biblioteca Geral.

Agradeço à Doutora Ana Bandeira pela ajuda prestada e pela sua disponibilidade e atenção.

Agradeço ao Eng.º Mário Carvalhal 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 irmão e à minha família pela paciência, ajuda e motivação que me deram, pois, sem eles este trabalho não teria sido desenvolvido.

Resumo

Esta tese foi realizada no decorrer de um protocolo criado entre a ADAI (Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial) e a Biblioteca da Universidade de Coimbra, com o objectivo de analisar as condições de temperatura e humidade verificadas em cinco espaços do edifício da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra: a Sala de São Pedro, o Depósito de Manuscritos, o Exterior e o Interior da Casa Forte e a Sala de Leitura.

Para analisar estes parâmetros recorreu-se a medições através de um sensor higrotérmico, a pesagem de jornais e a fórmulas matemáticas, que com a observação das condições de cada local foi possível fazer uma avaliação global das condições do edifício. Com esta análise avaliou-se o desempenho que o edifício apresenta para a preservação de acervos bibliográficos.

A principal conclusão é que o edifício apresenta algumas variações interiores de Temperatura e Humidade Relativa que correlacionam-se directamente com as condições climáticas exteriores, provocando valores extremos e flutuações elevadas desses parâmetros. Isto justifica-se devido às condições da estrutura do edifício. No entanto, com algumas medidas de melhoramento será possível minimizar esse efeito.

Palavras-chave: Condições higrotérmicas, Condições climáticas Exteriores, Temperatuta (T), Humidade relativa (HR), Conservação.

Abstract

This master thesis was created in the course of a protocol established between the ADAI (Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial) and the Library University of Coimbra, with the aim of studying the temperature and humidity recorded in five areas of the building of the General Library, University of Coimbra: the Hall of St Peter, the Deposit of Manuscripts, the Inside and the Outside of the Strong Box and the Reading Room.

For the analysis of these parameters were estimated using measurements using a sensor hygrothermal, weighing papers and mathematical formulas that the observation of conditions of each site was possible to make a comprehensive analysis of the condition of the building. With this analysis we evaluated the performance that the building presents to the preservation of library collections.

The main conclusion reached is that the building has some variations of indoor temperature and relative humidity correlated directly with the outdoor climate, causing extreme values and high fluctuations of these parameters. This situation is caused by the structural conditions of the building. However, with some measures of improvement will be possible to minimize this effect.

Key-words: Hygrothermal conditions, Outdoor climate conditions, Temperature (T), Relative Humidity (HR), Conservation.

Índice

Resumo.....	II
Índice de Tabelas.....	VI
Índice de Gráficos.....	VI
Lista de abreviaturas	VIII
1. Introdução.....	1
1.1 Considerações Gerais.....	1
1.2 Objectivos e Motivação.....	1
1.3 Enquadramento do Tema	2
1.4 Enquadramento da UC e BGUC	5
2. Estado do Tema.....	7
2.1 Principais agentes de destruição dos acervos.....	8
2.1.1. Factores de Degradação Internos	8
2.1.2. Factores de Degradação Externos	8
2.2 Humidade relativa (HR).....	11
2.3 Temperatura e Humidade relativa.....	13
2.4 Efeitos das variações da HR e da T nas colecções.....	14
2.5 Níveis recomendados de T e de HR.....	15
3. Definição dos espaços.....	16
3.1 Sala de São Pedro.....	17
3.2 Depósito de manuscritos	18
3.3 Interior da Casa Forte.....	19
3.4 Exterior da Casa Forte.....	19
3.5 Sala de Leitura.....	20
4. Equipamentos e Metodologias	21
4.1 Equipamentos.....	21
4.1.1. Datalogger.....	21
4.1.3 Balança Electrónica.....	22
4.2 Metodologias.....	23
4.2.1 Metodologia para recolha de dados de T e HR	23
4.2.2 Metodologia para recolha dos valores dos pesos dos jornais	24
5. Resultados / Análise dos Resultados.....	26
5.1 Influência das condições climáticas sobre o exterior;.....	26
5.1. Caracterização da inércia térmica do edifício	33

5.2. Influência da permanência de pessoas e dos sistemas de aquecimento	34
6. Discussão dos Resultados.....	35
7. Detecção de anomalias e Propostas de correcção.....	41
8. Conclusões.....	42
9. Referências Bibliográficas	i
Anexos.....	iv
Anexo A – Gráficos de Temperatura, Humidade Relativa e Absoluta Interior/Exterior relativos aos vários espaços da BGUC.....	v
Anexo B – Gráficos de Correlação relativos aos vários espaços da BGUC	ix
Anexo C: Imagens dos diversos espaços.....	xiii
Anexo D – Cálculo da Humidade Absoluta.....	xiv

Índice de Imagens

Imagem 1: Gráfico higrométrico.....	12
Imagem 2: Planta de localização dos locais	17
Imagem 3: Sala de São Pedro.....	18
Imagem 4: Depósito de Manuscritos.....	18
Imagem 5: Desumidificador no Depósito de Manuscritos.....	18
Imagem 6: Interior da Casa Forte.....	19
Imagem 7: Aparelhos higrotérmicos no Interior da Casa Forte.....	19
Imagem 8: Estantes de madeira no Exterior da Casa Forte.....	20
Imagem 9: Estantes metálicas no Exterior da Casa Forte	20
Imagem 10: Sala de Leitura	21
Imagem 11: Datalogger.....	22
Imagem 12: Localização do datalogger na Sala de São Pedro.....	xiii
Imagem 13: Localização do datalogger no Depósito Manuscritos	xiii
Imagem 14: Localização do datalogger no Interior da Casa Forte.....	xiii
Imagem 15: Localização do datalogger no Exterior da Casa Forte.....	xiii
Imagem 16: Localização do datalogger na Sala de Leitura.....	xiii
Imagem 17: Tubagens no Exterior da Casa Forte.....	xiii

Índice de Tabelas

Tabela 1: Período de Recolha de dados	22
Tabela 2: Localização e identificação dos vários sensores.	23
Tabela 3: Valores máximos, mínimos e médios de T e HR verificados nos vários espaços em análise.....	29
Tabela 4: Variação da massa e teor de água por grama de papel seco do jornal "Castelo" localizado no Exterior da Casa Forte	30
Tabela 5: Variação da massa e teor de água por grama de papel seco do jornal "A Cabra" localizado no depósito de manuscritos.....	31

Índice de Gráficos

Gráfico 1: T e HR verificadas no exterior do edifício da BG	26
Gráfico 2: T e HR verificadas no exterior do edifício e na sala de S. Pedro.....	27
Gráfico 3: H absoluta verificada no exterior do edifício e na sala de S. Pedro.....	28
Gráfico 4: Pesagem do jornal "O castelo" localizado no Exterior da Casa Forte	31
Gráfico 5: Pesagem do jornal "A Cabra" localizado no Depósito de Manuscritos	32
Gráfico 6: Correlação entre Temperatura int./Temperatura ext. na sala de S. Pedro.....	33
Gráfico 7: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. na sala de S. Pedro.....	34
Gráfico 8: Humidade abs int./Humidade abs ext. na Sala de Leitura.....	35

Gráfico 9: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados na sala de S. Pedro.	36
Gráfico 10: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados na sala de S. Pedro.	36
Gráfico 11: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados na Sala de Leitura	37
Gráfico 12: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados na Sala de Leitura..	37
Gráfico 13: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados no Depósito de Manuscritos	38
Gráfico 14: Frequência relativa e absoluta dos valores de T verificados no Depósito de Manuscritos	38
Gráfico 15: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados no Interior da Casa Forte	39
Gráfico 16: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados no Interior da Casa Forte	39
Gráfico 17: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados no Exterior da Casa Forte	40
Gráfico 18: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados no Exterior da Casa Forte	40
Gráfico 19: T e HR verificadas no exterior do edifício e no Depósito de Manuscritos.	v
Gráfico 20: H absoluta verificada no exterior do edifício e no Depósito de Manuscritos.	v
Gráfico 21: T e HR verificadas no exterior do edifício e no Interior da Casa Forte.	vi
Gráfico 22: H absoluta verificada no exterior do edifício e no Interior da Casa Forte.	vi
Gráfico 23: T e HR verificadas no exterior do edifício e no Exterior da Casa Forte.	vii
Gráfico 24: H absoluta verificada no exterior do edifício e no Exterior da Casa Forte.	vii
Gráfico 25: T e HR verificadas no exterior do edifício e na Sala de Leitura.	viii
Gráfico 26: H absoluta verifica no Exterior do edifício e na Sala de Leitura	viii
Gráfico 27: Correlação entre Temperatura int./Temperatura ext. no Depósito de Manuscritos	ix
Gráfico 28: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext no Depósito de Manuscritos	ix
Gráfico 29: Correlação entre T int./T ext. no Interior da Casa Forte	x
Gráfico 30: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. no Interior da Casa Forte	x
Gráfico 31: Correlação entre Temperatura int./Temperatura ext. no Exterior da Casa Forte	x
Gráfico 32: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. no Exterior da Casa Forte	xi
Gráfico 33: Correlação entre Temperatura int./Temperatura ext. na Sala de Leitura	xi
Gráfico 34: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. na Sala de Leitura	xii

Lista de abreviaturas

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial

BG – Biblioteca Geral

BGUC – Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra

DGEEI – Divisão de Gestão de Edifícios, Equipamentos e Infra-estruturas

H – Humidade

HR – Humidade Relativa

PI – Performance Index

QAI – Qualidade do Ar Interior

RUEMA – Rede Urbana de Estações Meteorológicas Automáticas

T – Temperatura

UC – Universidade de Coimbra

1. Introdução

1.1 Considerações Gerais

A biblioteca é uma instituição permanente, sem fins lucrativos, ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberto ao público, e que adquire, conserva e expõe testemunhos materiais do homem e do seu meio ambiente, tendo em vista o estudo e a educação. [11]

De maneira ao espólio bibliográfico existente nas bibliotecas ser conservado é importante a caracterização das condições higrotérmicas, (humidade e temperatura), quer no interior do edifício, quer no seu exterior. Assim, torna-se relevante estudar as flutuações existentes no edifício, visto estas poderem provocar deteriorações nos objectos. Essas deteriorações passam pela variação dimensional (forma e tamanho), reacções químicas e biodeteriorações.

Um parâmetro bastante importante de analisar é a inércia higroscópica. Entende-se por inércia higroscópica como sendo a capacidade de armazenamento de humidade e temperatura no interior do edifício. Deste modo é fundamental no controlo das condições ambientais.

O estudo do efeito da inércia higroscópica em bibliotecas é muito abordado noutros países, mas mais direccionado para o contexto de museu. Por sua vez, em Portugal ainda é muito recente.

1.2 Objectivos e Motivação

O principal objectivo deste trabalho é analisar as condições higrotérmicas no interior do Edifício Novo da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, cujas condições de temperatura e humidade revelam uma grande importância para a conservação de livros.

Assim, seleccionaram-se cinco espaços do edifício, os quais contêm a maior parte do espólio bibliográfico. A partir desses espaços e com o decorrer do trabalho foram-se definindo alguns objectivos, que são apresentados de seguida:

- Avaliar a relação existente entre a temperatura e humidade nos diferentes espaços;

- Avaliar a relação existente entre as variações internas e externas de humidade e temperatura, procurando assim, através da análise desta relação, conhecer também que tipo de inércia o edifício possui;
- Detectar se há desvios das condições de referência, indicadas pela literatura como as condições ideais de temperatura e humidade para a preservação de acervos;
- Avaliar, a capacidade de conservação apresentada pela BG;
- Analisar as condições higrotérmicas nos espaços durante o fim-de-semana;
- Indicar medidas de melhoria, se necessário, para desempenho da BG na conservação dos seus acervos.

Tendo em conta que a preservação dos bens culturais em bibliotecas são, actualmente, um tema de grande importância e, sobretudo, devido ao facto da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra (BGUC) conter uma grande e raríssima colecção de obras literárias torna-se interessante a realização deste estudo, de modo a mitigar possíveis problemas existentes no local.

1.3 Enquadramento do Tema

As condições higrotérmicas, são cada vez mais controladas pelas bibliotecas e pelos locais com existência de acervos bibliográficos, onde são considerados com maior relevância para preservação dos acervos. Esses locais e bibliotecas apresentam condições higrotérmicas diferentes, dependendo da sua posição geográfica e do meio ambiente onde se encontram. Para além das condições geográficas do meio envolvente, as condições meteorológicas, a tipologia do edifício e o material de que é feito os acervos bibliográficos também são factores importantes a ter em conta para o controle das condições higrotérmicas.

A conservação dos acervos e documentos em suporte de papel tem preocupado bibliotecas e arquivos com o problema da deterioração desse património e a precariedade em que se encontram esses acervos. [23]

Antigamente, e um pouco do que se assemelha à actualidade, o controlo destes parâmetros em museus, bibliotecas e outros locais onde se guarda material bibliográfico relevante não era considerado. Apenas, na construção dos edifícios, havia (e há) a

preocupação da comodidade das pessoas que neles trabalham e dos visitantes. Felizmente, já existem instituições que se preocupam com o controlo dos parâmetros ambientais no interior de espaços onde existem colecções culturais, com o objectivo de eliminar o processo de deterioração ou destruição dos mesmos.

Parâmetros ambientais, tais como, humidade relativa do ar, temperatura do ambiente, temperatura dos materiais expostos, bem como a poluição atmosférica e iluminação podem eventualmente deteriorar ou mesmo destruir ao longo do tempo as diversas exposições culturais que são mantidas, protegidas e expostas nesses espaços, tendo um grande impacto sobre a sua adequada conservação. [14]

Dois dos muitos materiais constituintes dos acervos bibliográficos são o papel e o pergaminho. Estes apresentam características higroscópicas muito acentuadas 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 bactérias quando ocorrem em simultâneo com valores 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 que exigem quase sempre, em período estival, o recurso a instalações de climatização excessivamente potentes. [6]

A humidade e a temperatura são parâmetros ambientais que contribuem significativamente para a deterioração do material bibliográfico. A humidade representa o vapor de água contido na atmosfera circundante ao acervo bibliográfico e é resultante da combinação de fenómenos de evaporação e condensação da água. Esses fenómenos estão directamente relacionados com as variações da temperatura ambiente, existindo, portanto uma relação entre estes dois parâmetros.

Existem diversas fontes de humidade, citando-se como exemplo, as chuvas, os lagos, os rios, as limpezas dos materiais bibliográficos realizadas de forma aquosa, infiltrações por janelas, paredes e tectos defeituosos e, finalizando, a própria transpiração do corpo humano. [13]

As variações de humidade e temperatura submetem os materiais bibliográficos a movimentos de estiramento e de contracção, de acordo com o maior ou menor nível de humidade e temperatura que esses materiais possuam. Além disso, esses parâmetros são

responsáveis pelo desenvolvimento de microrganismos, pragas e insectos, inclusive, por vezes até o desenvolvimento de roedores. Devido aos perigos, a que muitos acervos bibliográficos estão sujeitos, enquanto armazenados e expostos em bibliotecas e museus, recomenda-se que os mesmos sejam guardados em locais onde a humidade e a temperatura possam ser devidamente controladas.

Uma questão ainda um pouco difícil de responder é quais são os níveis considerados como os ideais ou os mais convenientes à conservação de acervos bibliográficos. No entanto, na literatura encontram-se algumas sugestões de diversos autores, que através de estudos ou experiências têm determinado quais os níveis de temperatura e humidade ideais à conservação dos bens culturais.

Apesar de várias sugestões, existe alguma coerência entre a gama de valores de temperatura e humidade relativa que são favoráveis à conservação. Segundo Sarmiento (2003) [19], os níveis de temperatura devem situar-se entre os 18 a 22°C e uma humidade relativa entre 45 a 55%. Já na opinião de Mello (et al, 2004) [15], os níveis deviam situar-se entre os 19 a 23°C para a temperatura e a humidade relativa entre os 50 a 60%. Outro exemplo, pode ser ainda o sugerido por Mársico [14] que sugere valores respectivamente para a temperatura e humidade relativa de 22 a 25°C e 55%, no entanto, como já referido anteriormente todos os valores se situam dentro de um intervalo semelhante.

Neste estudo, os níveis considerados como sendo os ideais, serão respectivamente entre os 18 a 22°C para a temperatura e os 50 a 60% para a humidade relativa.

A medição da humidade pode ser feita através do uso de higrómetros, higrógrafos ou tiras de papéis especiais. A medição da temperatura é realizada através de termómetros. Termohigrómetros e termohigrógrafos são aparelhos que medem simultaneamente a temperatura e a humidade.

O controlo da humidade nos espaços de armazenagem ou exposição de acervos pode ser feito através da desumidificação do ar, utilizando desumidificadores, em situação de ambientes húmidos ou através da humidificação do ar, em situação de ambientes secos, utilizando humidificadores. No caso de ambientes mais pequenos, como por exemplo, de arcazes ou mapotecas é mais conveniente a utilização de sílica-gel.

A temperatura pode ser controlada a partir do uso de sistemas mecânicos de ar condicionado. Por outro lado, a ventilação natural ou forçada pode ser um recurso para o controle simultâneo da humidade e da temperatura, existindo também mecanismos mecânicos que possam cumprir essa tarefa, no entanto, suportam maiores custos monetários associados a essa utilização.

1.4 Enquadramento da UC e BGUC

A Universidade de Coimbra é uma referência no panorama do ensino superior e da investigação que se tem desenvolvido em Portugal. É reconhecida pela sua qualidade de ensino ministrado nas suas oito Faculdades e pelos avanços que tem permitido à investigação pura e aplicada, nas várias áreas do conhecimento, em Portugal e no mundo. O prestígio da Universidade de Coimbra pode ser comprovado pela posição que esta instituição ocupa em classificações internacionais de relevo sobre universidades e centros de investigação. [22]

Esta instituição tem vindo a desenvolver um programa extenso de actividades de natureza muito diversa, com impactos que vão muito além da Universidade e da cidade de Coimbra, nomeadamente, no âmbito da difusão da cultura, da promoção da ciência, do conhecimento e do desporto, desenvolvendo, ao longo do seu tempo de vida, um conjunto de estruturas e projectos emblemáticos, entre os quais se tem como exemplos incontornáveis, o Teatro Académico Gil Vicente, o Museu da Ciência, a Rua Larga e a Biblioteca Geral.

Devido ao relevante interesse para este estudo irá destacar-se a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.

A BGUC encontra-se repartida por dois edifícios, a Biblioteca Joanina, situada no Pátio da Universidade e o chamado edifício novo, situado no Largo da Porta Férrea, sendo este último, o edifício onde se irá proceder à recolha de dados necessários ao estudo pretendido. [22]

À semelhança do que ocorreu na generalidade das antigas universidades europeias, a livraria universitária tivera uma vida acidentada, desde a sua constituição, no decurso do século XV, no tempo em que a instituição se encontrava ainda sediada em Lisboa, vindo a passar por várias vicissitudes no decorrer do seu tempo de vida, estando no seu início longe do monumental acervo bibliográfico que a Biblioteca Joanina mais tarde albergaria, contabilizando pouco mais de uma centena de volumes. E serão estes que transitam, em virtude da sua transferência definitiva, em 1537 para Coimbra. Com as advertências, primeiro, das Invasões Francesas e depois das Lutas Liberais, com a supressão das Ordens Religiosas em 1834, ocorreram várias deslocações de boa parte dos seus fundos e verificou-se um acentuado decréscimo no seu apetrechamento bibliográfico. [21]

No século XX, no âmbito do projecto de realização de obras na Cidade Universitária, deu-se prioridade à adaptação das instalações da antiga Faculdade de Letras (edificada sobre as estruturas do Teatro Académico) a uma nova biblioteca, construída entre 1952 e 1958, que, só em 1962, entrou em pleno funcionamento, conhecida como o edifício novo, com uma superfície de cerca de 7000 m², tendo sofrido algumas obras de adaptação ao longo do tempo, designadamente no último piso, na Sala do Catálogo e recentemente no átrio, agora a funcionar como Loja da Universidade. Por sua vez, com o benefício do Depósito Legal, que deteve desde 1932, bem como aquisições, doações e incorporações várias, trouxeram um progressivo e vultuoso crescimento do espólio bibliotecário, constituindo actualmente uma das maiores bibliotecas do país e da Europa, com um acervo fabuloso de enorme valor e o desenvolvimento de serviços de grande valor acrescentado para a comunidade. [2] [21]

A Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra reparte-se, assim, por dois edifícios, sendo a Biblioteca Joanina, pela sua riqueza arquitectónica e decorativa, monumento nacional, caracterizada em 1816 pelo erudito conde Racinski como "*la bibliothèque la plus richement ornée que j'ai jamais visitée*", demonstrando, uma vez mais, a grandiosidade do edifício e do seu conteúdo bibliográfico. [2]

O edifício Joanino alberga, actualmente, um riquíssimo conjunto bibliográfico constituído por obras impressas do séc. XVI aos finais do séc. XVIII, que tem vindo a ser objecto de tratamento técnico informatizado desde 1991. [21]

O espólio bibliográfico existente na BGUC está repartido e integrado em acervos. Beneficiária do Depósito Legal, o seu acervo inclui, para além do Fundo Geral, constituído por documentos adquiridos por compra, oferta e permuta, os Fundos Especiais, que têm várias proveniências e estão organizados em núcleos bem definidos, tais como: Reservados; Manuscritos; Manuscritos e Impressos Musicais; Colecção de Miscelâneas; Biblioteca do Colégio de São Pedro (séc. XVI a XIX); Livraria do Coronel Belisário Pimenta; Livraria do Doutor Luís de Albuquerque; Livraria do Doutor Manuel Lopes de Almeida; Livraria da Doutora Maria Augusta Barbosa (ciências musicais); Livraria do Dr. Pedro de Moura e Sá; Livraria de Oliveira Martins; Livraria do Tenente Manuel Joaquim (ciências musicais); Livraria do Visconde da Trindade (livro antigo); Fundo José Vicente Gomes de Moura (Abraveia); Vida de Coimbra e Gabinete de Biblioteconomia. Possui ainda, devidamente organizadas, colecções de mapas, estampas, moedas, medalhas, ex-líbris, postais, entre outros materiais de elevado interesse cultural e histórico.

É ainda depositária de obras editadas por instituições internacionais, como ONU, OCDE, FAO, GATT. Para além dos Fundos existe também o Arquivo.

No Arquivo da Universidade de Coimbra encontra-se documentação valiosíssima produzida e recebida pela Universidade de Coimbra. Integra ainda os fundos documentais relativos ao Arquivo Distrital, que tem a si agregado. O documento mais antigo é o pergaminho da Colegiada de Guimarães datado de 983. [2] [21]

Devido à enorme quantidade e variedade de colecções, obras de arte e bens culturais (anteriormente referidos), que representam grandiosos exemplos de arte humana e que se encontram expostas/armazenados nas instalações da BG, o controlo das condições ambientais dos espaços existentes irá requerer cuidados especiais, uma vez que têm um papel fundamental na preservação dos materiais. O controlo das condições ambientais no interior das instalações, nomeadamente o controlo da humidade e temperatura, pode evitar um conjunto de alterações físicas e químicas irreversíveis.

Algumas das causas mais importantes de deterioração são as flutuações na temperatura e na humidade relativa existentes no meio ambiente. Certas mudanças súbitas de espaço também interferem na deterioração. Mas, em geral, qualquer perturbação ambiental contribui para o processo de deterioração das obras de arte.

2. Estado do Tema

Uma das principais dificuldades na realização deste trabalho foi a falta de informação disponível sobre o tema em estudo. Este assunto já tem alguma pesquisa e bibliografia existente, nomeadamente em Itália. No caso de Portugal, os estudos ainda são muito remotos, estando a Universidade do Porto a dar os primeiros passos nesta área. De qualquer forma, o conhecimento sobre a realidade nacional relativa a medidas, políticas ou procedimentos efectuados para a preservação e conservação do património cultural nacional ainda é quase inexistente.

Como já referido anteriormente, a bibliografia encontrada é maioritariamente de origem Italiana e Brasileira, uma vez que são países onde a procura de informação e preocupação sobre a conservação dos seus bens culturais tem vindo a despertar o interesse há já algum tempo. No caso da Itália, devido ao riquíssimo e antigo património cultural

que possui, sendo um país cheio de história. Mesmo assim, é de notar uma grande dificuldade em encontrar artigos relacionados com o tema em estudo.

No entanto, cada vez mais a conservação dos acervos bibliotecários e documentos em suporte de papel tem preocupado bibliotecas e arquivos, com constantes problemas da deterioração desse património e a precariedade em que se encontram muitos desses acervos. [23] O principal objectivo da Conservação Preventiva é o estudo e o controle das principais fontes de degradação do papel. [14]

O papel é o suporte mais comumente utilizado como fonte de registo de informação. [23] A Conservação Preventiva constitui, na realidade, uma série de medidas preventivas contra a acção dessas fontes de degradação, com a finalidade de evitar o alastramento e a disseminação de seus efeitos prejudiciais.

Em linhas gerais, os principais agentes de destruição de acervos bibliográficos podem ser divididos em duas categorias [14]:

- Factores de degradação internos (Intrínsecos);
- Factores de degradação externos (Extrínsecos);

2.1. Principais agentes de destruição dos acervos

2.1.1. Factores de Degradação Internos

Os factores de degradação intrínsecos estão relacionados com a própria composição do material (papel). Dependem basicamente do tipo de fibras, tipo de colagem utilizados, resíduos químicos e partículas metálicas presentes na confecção do material. O único meio de minimizar esses factores é através da estabilização das condições ambientais do local de armazenamento e do manuseio do público.

2.1.2. Factores de Degradação Externos

É consenso entre os conservadores que a permanência e a durabilidade de livros e documentos estão directamente relacionadas com as condições ambientais em que esses materiais estão guardados. Por outras palavras, há uma estreita relação entre a longevidade ou durabilidade do papel e as condições ambientais do acervo onde este está armazenado, ou seja, em relação aos factores externos.

Os principais factores de degradação extrínsecos podem ser divididos em (recomendação, também, de algumas medidas básicas com soluções simples):

2.1.2.1. Agentes físicos - iluminação, temperatura e humidade;

Consideram-se como agentes físicos, efeitos ambientais e climáticos que incidem sobre os suportes em papel causando danos aos mesmos como: os efeitos da luz (natural ou artificial), da temperatura e da humidade que podem ocorrer isoladamente ou de maneira combinada;

2.1.2.2 Agentes físico-mecânicos – armazenamento e condicionamento, manuseio, acessibilidade e desastres (inundações, incêndios e furtos);

Os agentes físico-mecânicos são aqueles que provêm da forma como os materiais são armazenados e manuseados de forma inadequada, de sinistros causados pela natureza e pela acção do homem: água (enchentes, vazamentos), fogo (incêndios involuntários ou por negligência) e furtos.

2.1.2.3 Agentes químicos - poluentes atmosféricos, poeira e materiais instáveis;

Como agentes químicos, foram considerados os agentes contidos no ar e os que se localizam nos materiais empregues sobre os acervos constituintes do material bibliográfico (clipes, papéis ácidos, insecticidas, colas, etc.), que poderão sofrer reacções químicas provocando alterações sobre o papel. Por sua vez, as causas principais de deterioração química do papel são: a oxidação e a hidrólise da celulose.

A hidrólise da celulose é a decomposição do papel por exposição à água (incluindo, a humidade presente na atmosfera). A hidrólise é catalisada por substâncias que não são consumidas no processo: os catalisadores mais significativos são ácidos de todas as espécies.

A oxidação é catalisada por vários metais, como por exemplo, o ferro e o cobre.

Quanto mais alta é a temperatura, mais rápida é a oxidação e mais acelerada é a hidrólise, que duplica aproximadamente com a subida de 10 °C. As flutuações

diárias da humidade e temperatura podem aumentar ainda mais a escala de deterioração dos materiais.

2.1.2.4 Agentes biológicos - microrganismos (fungos, bactérias), insectos (traças, baratas e brocas) e roedores.

Os microrganismos que mais vulgarmente atacam o papel são os fungos (mofo ou bolor) e bactérias que se encontram em grande variedade no ar e em ambientes propensos à sua proliferação. Os suportes em papel são bastante favoráveis à contaminação por fungos e bactérias que encontram na celulose, uma fonte de nutrição. As colas de origem animal e de amido usadas na confecção desses suportes também são favoráveis à sua proliferação, podendo ser identificados no papel pelo aparecimento de manchas amareladas.

A higienização do acervo e a utilização de uma humidade adequada através do uso de desumidificador em ambientes húmidos são requisitos básicos para evitar ou reduzir o desenvolvimento dos fungos e bactérias.

Os insectos são os grandes predadores dos suportes em papel e os mais vulgarmente encontrados são as traças e baratas conhecidos como roedores de superfície e os cupins e brocas conhecidos como roedores internos. A erradicação desses insectos deve ser realizada com a ajuda de um especialista que determinará o método mais eficaz e apropriado. Porém, a limpeza constante dos ambientes e documentos, bem como o controle da humidade e temperatura impedem a sua entrada garantindo maior vida útil aos acervos.

Os roedores preferem os ambientes quentes, húmidos e escuros causando grandes estragos aos acervos e transmitindo doenças fatais ao homem.

Deve-se evitar que os acervos sejam próximos de lugares onde se encontram alimentos ou perto das ruas. Em casos de infestação deve-se recorrer à desratização do ambiente da biblioteca e de todo o edifício com periodicidade.

Relativamente ainda aos factores extrínsecos, podem ser consultados em [15],[13], onde se encontra uma descrição mais pormenorizada.

Os factores de degradação externos ou extrínsecos são aqueles que possuem maior potencial de induzir nos acervos uma maior degradação, sendo os relacionados com os

agentes físicos, humidade relativa e temperatura os mais prejudiciais e os que provocam mais preocupação.

Os teores de humidade relativa e a temperatura numa biblioteca dependem, sobretudo, das condições ambientais que se verificam.

O controlo das condições ambientais para o património cultural necessita de um especial cuidado, devido à enorme variedade de obras de arte expostas em museus e bibliotecas; dos diferentes tipos de materiais que compõem os bens culturais e da importância que esses materiais, na maioria dos casos, representam para a sociedade, sendo por vezes, exemplos, únicos da arte humana.

Existe um consenso entre os conservadores, no sentido de que, tanto a permanência referente à estabilidade química (grau de resistência de um material à deterioração mesmo quando este não está em uso) como a durabilidade referente à resistência física (capacidade de resistir à acção mecânica sobre livros e documentos) estão directamente relacionados com as condições ambientais em que esses materiais são acondicionados.

Esses dois factores estão de tal forma interligados que materiais de origem orgânica quando se deterioram quimicamente perdem também sua resistência física. Por outras palavras, há uma estreita relação entre a longevidade dos suportes da escrita, quer sejam em papel, pergaminho ou outros materiais, e as condições climáticas do ambiente onde se encontram.

O controlo racional e sistemático de condições ambientais não reduz apenas os problemas de degradação, mas também e principalmente evita seu agravamento. [13]

2.2 Humidade relativa (HR)

A humidade relativa é a relação entre a quantidade de vapor presente num determinado volume de ar e a quantidade máxima de vapor que esse mesmo volume pode conter à mesma temperatura.

A humidade pode ser um conceito difícil de compreender e por isso justifica uma explicação de modo a tornar mais fácil a compreensão sobre este parâmetro.

Se se extraísse e pesasse o vapor de água existente num metro cúbico de ar, sujeito a uma pressão atmosférica normal, ficaria a conhecer-se a **humidade absoluta** de uma amostra de ar, expressa em gramas de água por metro cúbico de ar (g/m^3).

O gráfico higrométrico que é apresentado em baixo demonstra a quantidade máxima de vapor de água que pode estar contida num metro cúbico de ar, a uma determinada temperatura. À medida que a temperatura do ar aumenta, essa quantidade de vapor de água também aumenta.

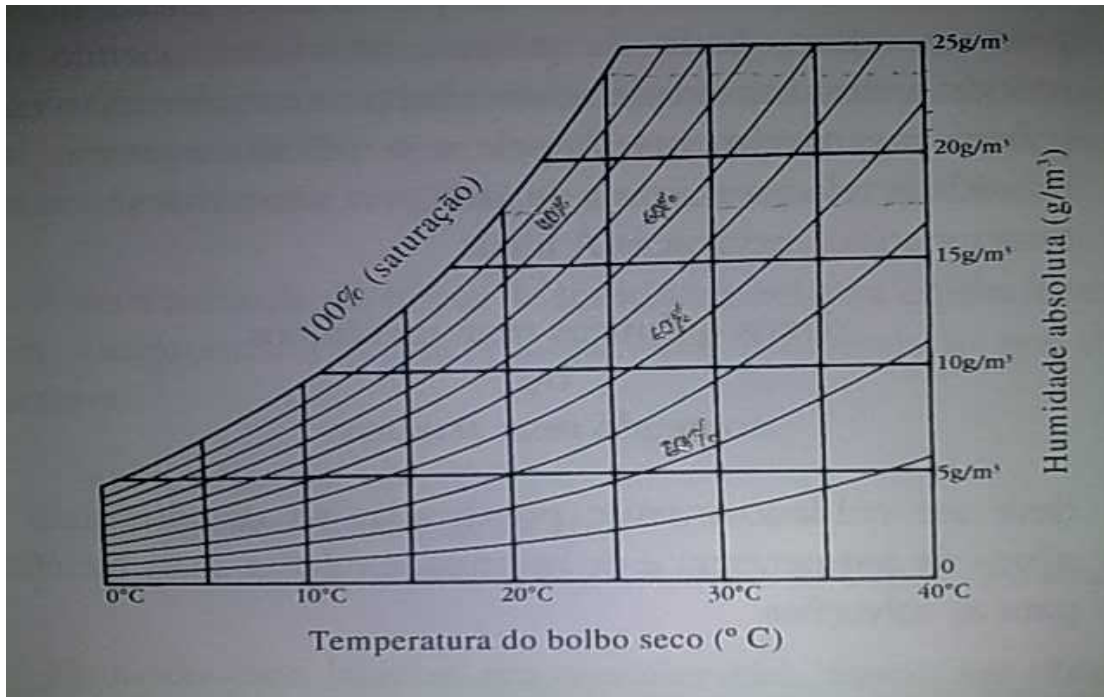


Imagem 1: Gráfico higrométrico

A uma temperatura de 10 °C, o ar não pode conter mais de 9 gramas de vapor de água por m³. Quando o ar atinge o seu máximo de humidade absoluta, diz-se que está saturado. A 20 °C o ponto de saturação é 17 g/m³ ou ainda a 25 °C o ponto de saturação é de 23 g/m³.

Portanto, se se tiver um metro cúbico de ar, num recipiente que se encontre fechado a uma temperatura de 20 °C, este contém 9 gramas de vapor de água, e a humidade absoluta é de 9 g/m³. Se juntarmos 3 gramas de água ao contentor, a água evapora-se e aumenta a humidade absoluta para 12 g/m³. Se juntarmos mais 8 gramas de água, 5 gramas evaporar-se-ão e 3 gramas depositar-se-ão, sob a forma de uma pequena poça, no fundo do recipiente, porque o ar à temperatura de 20 °C só pode suportar 17 g/m³.

A **humidade relativa** é expressa sob a forma de percentagem e pode ser calculada a partir da seguinte equação:

$$HR = \frac{\text{Humidade Absoluta da amostra de ar}}{\text{Humidade absoluta da amostra do ar saturado}} \times 100\% \quad (1)$$

A **humidade relativa** do ar no recipiente, quando estão apenas 9 gramas de vapor de água, seria a seguinte:

$$\frac{H. absoluta da amostra de ar}{H. absoluta da amostra do ar saturado} \times 100\% = \frac{9}{17} = 53\%$$

A humidade relativa varia com a temperatura. Se não se adicionar humidade ao ar, a humidade relativa diminui à medida que a temperatura aumenta.

Portanto, se o ar contido no recipiente for aquecido até atingir os 25 °C, a humidade relativa registaria um decréscimo (o gráfico higrométrico indica que a esta temperatura um metro cúbico de ar pode conter 23 g/m³ de vapor de água).

$$\frac{9}{23} = 39\%$$

Pelo contrário, se o ar do recipiente for arrefecido até aos 15 °C, a humidade relativa aumentará, mesmo que não se adicione mais água. À temperatura de 15 °C, o ar só pode conter 12,5 g/m³ de vapor de água.

$$\frac{9}{12,5} = 72\%$$

Se o ar for arrefecido para 9 °C, ficaria saturado de vapor de água e a humidade relativa aumentaria para os 100%. Se o ar fosse ainda mais arrefecido, formavam-se gotículas de água nas paredes laterais do recipiente, porque o ar perde parte da humidade sob a forma de condensação, como exemplo, temos o caso do que acontece no inverno no interior de uma casa, onde o ar interior ao dirigir-se para as vidraças das janelas, as quais estão, normalmente, frias a ponto de arrefecer o ar até temperaturas abaixo do seu ponto de condensação, formando gotas de água na janela.

2.3 Temperatura e Humidade relativa

No que se refere à temperatura e à humidade relativa, há que ter atenção aos seguintes considerandos relativamente a estes parâmetros:

- Não existe um nível ideal para todos os tipos de materiais de uma biblioteca, mas somente valores e escalas que minimizam tipos específicos de alteração nos materiais e nos objectos.

A temperatura ou a humidade relativa aceitável para um determinado objecto pode ser completamente desastrosa para outros. Por exemplo, películas fotográficas e suportes digitais requerem armazenagem a baixas temperaturas e a baixos níveis de humidade relativa, para que seja possível assegurar a sua longevidade. Por outro lado, o pergaminho e o papel são materiais que requerem níveis de humidade relativa superiores a 50%, se se pretender que mantenham uma boa flexibilidade.

- Há provas científicas que sugerem que o papel manterá a sua estabilidade química e o seu aspecto físico por mais tempo quando sujeito a valores de armazenagem baixos e constantes de temperatura (abaixo dos 10 °C) e de uma humidade relativa entre os 30 e 40%.
- No entanto, se é certo que o corpo do livro, que pode ser encadernado a pele ou velino, pode ele próprio beneficiar, quando submetido a uma HR baixa, já a encadernação em si sofrerá inevitavelmente. A pele e o velino requerem uma humidade relativa mínima de 50% para não perderem as suas características mecânicas. A ideia: danos químicos *versus* mecânicos ou conteúdo *versus* artefacto, deve ser cuidadosamente avaliada, ao decidir quais os níveis de HR e T mais benéficos para as colecções que se pretendem preservar.

2.4 Efeitos das variações da HR e da T nas colecções

Variações acentuadas, ou oscilações da temperatura e da humidade relativa, provocam danos superiores do que valores constantemente elevados, devendo, por isso, ser evitados.

- Se o conteúdo de uma sala estiver estabilizado, uma descida súbita da T provocará um aumento rápido da HR, levando à condensação e, possivelmente, provocando o aparecimento de fungos e de outros problemas associados ao excesso de humidade.
- Alterações moderadas, durante um longo período de tempo, produzem uma tensão mínima sobre os materiais, que assim ficam protegidos dos fenómenos nefastos de expansão e contracção.
- As variações da T e da HR afectam as dimensões e as propriedades mecânicas dos materiais orgânicos e podem provocar danos, se ocorrerem num curto espaço de tempo.
- Os danos visíveis nas colecções podem, apresentar a forma de tintas quebradas, capas de livros deformadas e emulsões fotográficas estaladas.

2.5 Níveis recomendados de T e de HR

O material de uma biblioteca deve ser armazenado e utilizado em condições estáveis, nem demasiado quentes ou frias, nem demasiado secas ou húmidas.

Muitas tentativas têm sido feitas ao longo do tempo de modo a concluir quais os níveis de T e HR considerados ideais para a preservação das colecções. No entanto, é actualmente reconhecido que é muito difícil manter uma T e uma HR num edifício ou depósito durante todo o ano, especialmente em zonas com grandes variações térmicas, sem despende elevadas somas monetárias.

- Se as T subirem acima dos 20 °C, é essencial que os níveis de HR mantenham os valores aceitáveis, relativamente, constantes.
- Nas instituições, as T são geralmente ditadas por aquilo que se considera adequado ao conforto humano, isto é, entre os 20 e os 22 °C no caso das actividades sedentárias. Os seres humanos são sensíveis às mudanças de temperatura, mas relativamente insensíveis às variações de humidade. No que se refere à maior parte dos materiais existentes numa biblioteca, verifica-se exactamente o contrário.

A determinação dos níveis de HR é influenciada pelos seguintes factores:

- Natureza das colecções;
- Condições climáticas locais;
- Existência de recursos necessários ao controlo das condições ambientais.

Tendo estes factores em consideração, devem ser observados os seguintes requisitos:

- Um nível de H que seja suficientemente elevado para manter a capacidade de flexibilidade dos materiais;
- Um nível de H que seja suficientemente baixo para retardar a deterioração dos materiais e controlar o aparecimento de insectos e bolores;
- Um nível de H que não cause danos na estrutura do edifício da biblioteca devido à condensação, na estação fria.

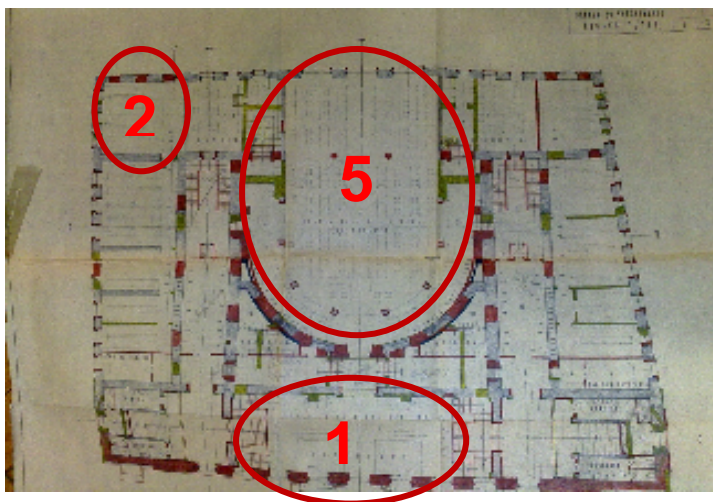
Recomenda-se que, se a T nas áreas de armazenamento for consideravelmente mais baixa que a T nas salas onde os documentos são utilizados, haja uma aclimatização dos documentos num espaço intermédio, de modo a evitar qualquer possibilidade de condensação ou distorção dos materiais.

3. Definição dos espaços

Como já visto anteriormente, os espaços estudados serão: Sala de São Pedro, Depósito de Manuscritos, Interior da Casa Forte, Exterior da Casa Forte e Sala de Leitura do Edifício Novo da BGUC. Estes espaços mereceram o seu maior interesse devido à sua relevância histórica e à enorme importância e quantidade de livros e manuscritos, entre outros materiais, que constituem o acervo bibliográfico.

Assim, torna-se necessário fazer uma identificação dos espaços onde decorrem as recolhas de dados, para se ter uma noção do espaço físico e tipo de material que é armazenado no local, da sua arquitectura e localização no edifício. A ausência ou presença de aparelhos de ar condicionado, aquecedores ou desumidificadores ou do isolamento térmico existente, entre outros aspectos com relevante interesse que podem influenciar as condições higrotérmicas existentes, também merecem a sua identificação.

Seguidamente localizar-se-á os respectivos locais na planta da BGUC. Na primeira planta, os espaços identificados pelos números 1 e 2 situam-se no piso 2 do edifício e o número 5 (Sala de Leitura) no piso 1. Na segunda, os espaços identificados com os números 3 e 4 na cave do mesmo.



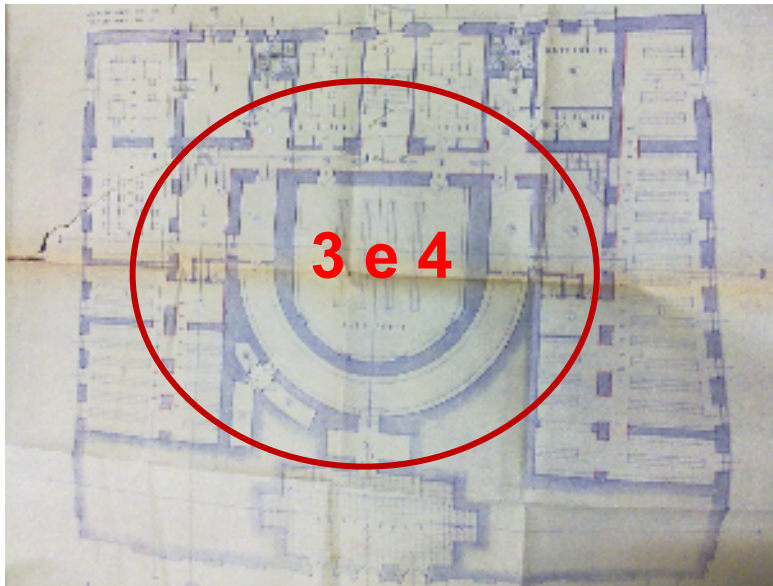


Imagem 2: Planta de localização dos locais

Legenda:

- 1- Sala de São Pedro
- 2- Depósito de Manuscritos
- 3- Interior da Casa Forte
- 4- Exterior da Casa Forte
- 5- Sala de Leitura

3.1 Sala de São Pedro

A sala de S. Pedro (imagem 3) localiza-se no piso 2, na vertente Norte do edifício, possuindo uma fachada directamente exposta para o exterior com a presença de sete janelas de grandes dimensões. As paredes dessa fachada, como a maioria das paredes existentes neste edifício são constituídas principalmente por pedra, não existindo qualquer tipo de isolante térmico. A área deste espaço é de $179,25 \text{ m}^2$, tendo uma altura de 5,5m.

Nesta sala não existe qualquer tipo de controlo permanente de temperatura e humidade do espaço, utilizando-se apenas aquecedores, quando necessário, para manter uma temperatura agradável aos visitantes no Inverno. De verão recorre-se à abertura das janelas. No espaço estão armazenados predominantemente livros muito antigos, com aspecto envelhecido e até mesmo degradado pelo tempo, livros raros e mesmo únicos, como é o

caso da Bíblia Real ou Bíblia de Filipe II. O interior é revestido por estantes de madeira, ao longo de todas as paredes.



Imagem 3: Sala de São Pedro

3.2 Depósito de manuscritos

O depósito de manuscritos (imagem 4) localiza-se no piso 2, tendo uma fachada exposta para o exterior, orientada para Este com a presença de três janelas de pequenas dimensões, que se mantêm permanentemente fechadas. A sua área é de 21,84m², com um pé direito de 2,36m. Neste espaço encontra-se uma parede em madeira que delimita este espaço de um outro interior, destinado à consulta e permanente presença de pessoas.

Para o controlo de humidade e temperatura existe em funcionamento um desumidificador (imagem 5) que não tem, no entanto, um funcionamento permanente ao longo de todo o ano, sendo apenas colocado em funcionamento quando se “verifica” a existência de humidade no acervo. Aqui estão armazenados manuscritos antigos que são colocados em estantes de metal.



Imagem 4: Depósito de Manuscritos



Imagem 5: Desumidificador no Depósito de Manuscritos

3.3 Interior da Casa Forte

O Interior da Casa Forte localiza-se na cave do edifício. Este espaço não partilha nenhuma parede com o exterior estando localizado no interior do edifício. Está praticamente isolado, verificando-se apenas a existência de pequenas grelhas que funcionaram no passado como respiradouros, não se sabendo se estão ainda activos ou não. Este espaço possui uma área de 83,2m² e uma altura de 4,44m.

Nele estão depositados documentos muito importantes pelo que o seu acesso é restrito.

Este espaço tem aparelhos destinados ao controlo da temperatura e humidade (imagem 7). Existe um equipamento instalado que está configurado para manter os valores de temperatura e humidade no interior do espaço relativamente constante, sendo respectivamente de 20,5°C e 55%. Ultimamente foi ainda instalado um desumidificador.

As estantes, utilizadas para o armazenamento do material, são constituídas essencialmente por metal (imagem 6).



Imagem 6: Interior da Casa Forte



Imagem 7: Aparelhos higrótérmicos no Interior da Casa Forte

3.4 Exterior da Casa Forte

O exterior da Casa Forte é o espaço que delimita o Interior da Casa Forte, localiza-se também na cave do edifício e não demonstra “à primeira vista” qualquer tipo de ligação com o exterior, no entanto apresenta na parte superior antigos respiradouros, não se sabendo se foram bloqueados ao longo do tempo pelas obras de recuperação e manutenção que a BG tem vindo a sofrer ao longo dos tempos.

Este espaço possui, tanto estantes de madeira (imagem 8) como de metal (imagem 9), nas quais são armazenados vários tipos de matérias, tais como: livros, revistas, jornais, entre outros.

A área deste espaço é de 9,83m², e a sua altura é de 4,44m².

O controlo de temperatura e humidade é inexistente.



Imagem 8: Estantes de madeira no Exterior da Casa Forte



Imagem 9: Estantes metálicas no Exterior da Casa Forte

3.5 Sala de Leitura

A Sala de Leitura (imagem 10) localiza-se no piso 1, sendo o espaço em estudo que apresenta maiores dimensões. Este espaço está organizado estruturalmente de forma a proporcionar 150 lugares nas mesas de leitura localizadas no espaço central, apresentando nas laterais estantes constituídas por madeira onde está exposto o material bibliotecário.

A sala de leitura é caracterizada pela presença de uma enorme janela que apresenta na parede exposta directamente para o exterior com orientação para Sul, possibilitando que

durante o dia a iluminação seja feita de forma natural, sendo constituída por três vidraças que acompanham toda a parede desde o chão até ao tecto.

Relativamente ao controlo da temperatura e humidade neste espaço, apenas se procede à utilização de aquecedores e ventoinhas, consoante as necessidades, de forma a proporcionar as melhores condições para os utentes e funcionários.



Imagem 10: Sala de Leitura

4. Equipamentos e Metodologias

4.1 Equipamentos

4.1.1. Datalogger

O equipamento utilizado para a recolha de dados de Temperatura e Humidade Relativa foi o Datalogger (imagem 11).

O Datalogger é um equipamento relativamente pequeno que através da utilização de sensores electrónicos e de um chip no seu interior permite registar a temperatura e a HR em intervalos de tempo determinados pelo utilizador, que programa o chip usando um computador (PC) que contém software compatível ao Datalogger. Os dados são, transferidos do Datalogger para o PC por meio de um cabo.

Este aparelho permite guardar os dados por períodos de tempo consideráveis. Neste estudo os dados foram recolhidos por 4 períodos (tabela 1). É um equipamento portátil, com sensores internos, concebidos para medir a temperatura e a humidade relativa em intervalos de tempo programados e, registarem esses dados numa memória interna. Vêm do fabricante pré-instalados, mas para os configurar e colocá-los em funcionamento é necessário utilizar um software de livre utilização e configurar o cabo adaptador USB.

Tabela 1: Período de Recolha de dados

Período	Datas de início e fim
1º Período	13/Novembro/2008 a 2/Março/2009
2º Período	2/Março/2009 a 20/Maio/2009
3º Período	20/Maio/2009 a 10/Julho/2009
4º Período	10/Julho/2009 a 18/Novembro/2009



Imagem 11: Datalogger

4.1.3 Balança Electrónica

A balança electrónica é um equipamento utilizado para medir a massa de um objecto. A unidade de medição é da ordem das gramas.

O corpo é colocado sobre um prato ou bandeja que está posicionado sobre uma célula de carga, exercendo uma compressão sobre a mesma. A célula de carga capta a intensidade da compressão e converte essa intensidade num sinal eléctrico que é enviado directamente para um microprocessador que depois o interpreta. Quanto mais intenso for o sinal eléctrico recebido, maior será a leitura feita pelo microprocessador, consequentemente, maior a massa calculada por ele.

4.2 Metodologias

4.2.1 Metodologia para recolha de dados de T e HR

A metodologia aplicada baseou-se, essencialmente, na recolha de dados internos (espaços interiores) e externos (ambiente exterior do edifício), tratamento e análise dos dados.

Relativamente à recolha dos dados internos, a metodologia consistiu na utilização de equipamento apropriado que torna possível a colecta de dados de temperatura e humidade relativa simultaneamente (sensor higrotérmico - Datalogger).

Os equipamentos foram colocados nos diversos espaços (imagens de 11 a 15 no Anexo C) em estudo, segundo uma discriminação, que identificava cada Datalogger a respectivo espaço em que se encontrava, conforme nos indica a tabela 2.

Tabela 2: Localização e identificação dos vários sensores.

Sensor nº	Localização
1	Sala de S. Pedro
2	Depósitos de manuscritos
3	Interior casa-forte
4	Exterior da casa-forte
5	Sala de leitura

Os equipamentos foram programados para efectuar registos horários, num período de tempo compreendido entre o dia 13 de Novembro de 2008 e 18 de Novembro de 2009. A recolha de dados foi efectuada 4 vezes durante esse período, de modo a não sobrecarregar o equipamento, evitando uma possível perda de dados, como já visto anteriormente.

Os dados recolhidos, para os vários espaços, foram tratados por um programa de gráficos existente, o KaleidaGraph e ainda através do Excel, que permitiu converter os

dados numéricos em dados gráficos, sendo assim mais perceptível, a visualização do comportamento da T e HR ao longo do tempo e sua análise.

A metodologia aplicada na recolha dos dados externos consistiu na utilização do site do Instituto da Meteorologia (IP, Portugal), onde foram retirados os respectivos dados.

Procedeu-se à análise dos gráficos disponíveis na secção Gráficos de Observação, relativos ao período de recolha de dados referido anteriormente, de igual modo, para a T e HR. Os dados foram recolhidos segundo uma variação horária, e sobre uma rede RUEMA (Rede Urbana de Estações Meteorológicas Automáticas), mais propriamente, pela estação de captação localizada no Hospital Universitário de Coimbra, sendo assim, um tipo de rede representativo do local onde se localiza a BG, ou seja, meio urbano.

4.2.2 Metodologia para recolha dos valores dos pesos dos jornais

Relativamente à recolha dos valores dos pesos dos jornais o procedimento que se efectuou foi a pesagem do teor de humidade de dois jornais. Foram eles o jornal “ A Cabra” e “ O Castelo” colocados no Depósito de Manuscritos e no Exterior da Casa Forte, respectivamente. O objectivo desta metodologia foi analisar como se comportam os teores de humidade dos acervos face às variações de HR verificadas nos locais onde se localizam.

Efectuaram-se visitas regulares, com o objectivo de monitorizar as massas dos jornais ao longo de um período de tempo, utilizando uma balança electrónica.

Tabela 3: Identificação do número e data das pesagens dos jornais.

Nº de Pesagens	Data das pesagens
1ª Pesagem	03/Jun./09
2ª Pesagem	09/Jun./09
3ª Pesagem	16/Jun./09
4ª Pesagem	23/Jun./09
5ª Pesagem	01/Jul./09
6ª Pesagem	10/Jul./09
7ª Pesagem	17/Jul/09
8ª Pesagem	22/Jul/09
9ª Pesagem	29/Jul/09
10ª Pesagem	02/Set/09
11ª Pesagem	09/Set/09
12ª Pesagem	16/Set/09
13ª Pesagem	23/Set/09
14ª Pesagem	30/Set/09
15ª Pesagem	08/Out/09
16ª Pesagem	14/Out/09
17ª Pesagem	21/Out/09
18ª Pesagem	29/Out/09
19ª Pesagem	04/Nov/09

5. Resultados / Análise dos Resultados

5.1 Influência das condições climáticas sobre o exterior;

Segundo o tratamento de dados utilizando o programa KaleidaGraph, conforme indicado na metodologia, obtiveram-se os seguintes resultados:

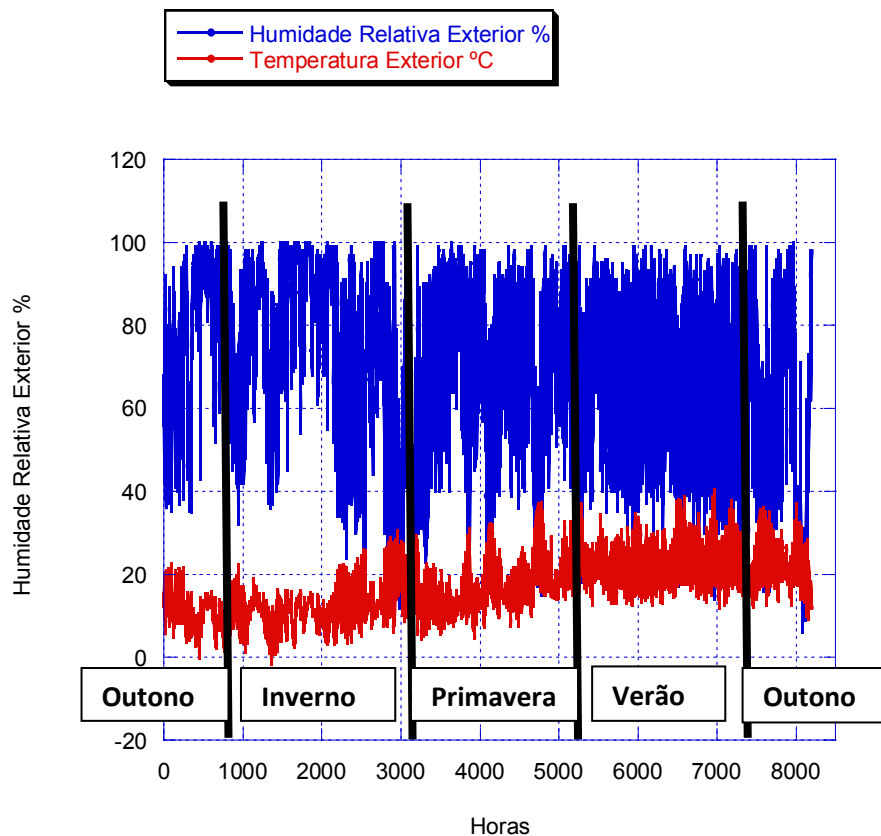


Gráfico 1: T e HR verificadas no exterior do edifício da BG

O gráfico 1 descreve o comportamento da Temperatura e Humidade Relativa no exterior do edifício da BG ao longo das 8198 horas, que corresponde a 11 meses e 2 dias, aproximadamente, de aquisição de dados. Os valores correspondentes às mudanças de estação são, respectivamente: 877h para o Outono, 3013h para o Inverno, 5221h para a Primavera, 7429h para o Verão e, novamente o Outono, completando assim, um ano. É de notar que a aquisição de dados teve início no dia 13 de Novembro de 2008 pelas 11h e que essa mesma aquisição foi feita de hora a hora.

Aqui, é possível verificar uma relação existente entre a humidade relativa e a temperatura e, também é perceptível que a um aumento de Temperatura provoca uma

diminuição da Humidade Relativa e vice-versa, estando estes dois parâmetros relacionados.

Verifica-se no gráfico, que a partir das 1120h (início do mês de Janeiro) os níveis da T sofrem um relativo aumento e, conseqüentemente, os da HR sofrem uma diminuição. Observam-se diversos picos, associados não só às variações de T e HR que se fazem sentir entre a transição dia/noite, mas também, face às variações climatéricas que foram ocorrendo.

Em baixo, apresenta-se os gráficos relativos à sala de S. Pedro.

O gráfico 2 mostra a evolução dos dados registados no exterior do edifício e na sala de S. Pedro, para a T e HR. O gráfico 3 mostra essa mesma evolução, mas relativamente à humidade absoluta.

Os gráficos correspondentes, para os restantes espaços encontram-se em anexo (Anexo A).

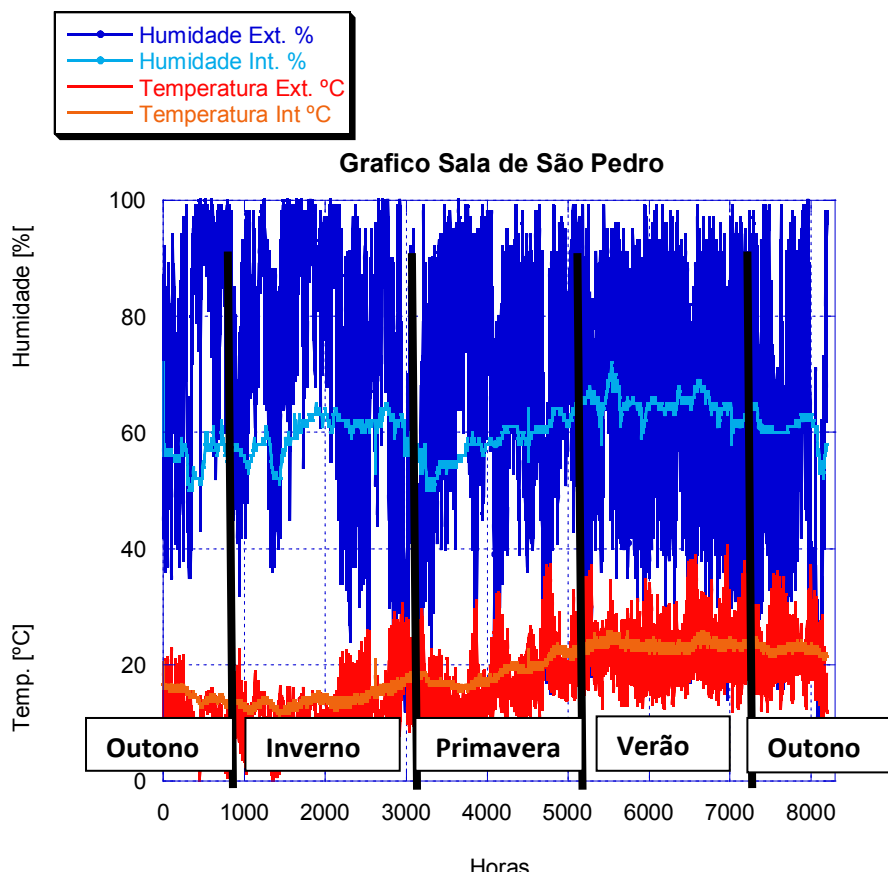


Gráfico 2: T e HR verificadas no exterior do edifício e na sala de S. Pedro

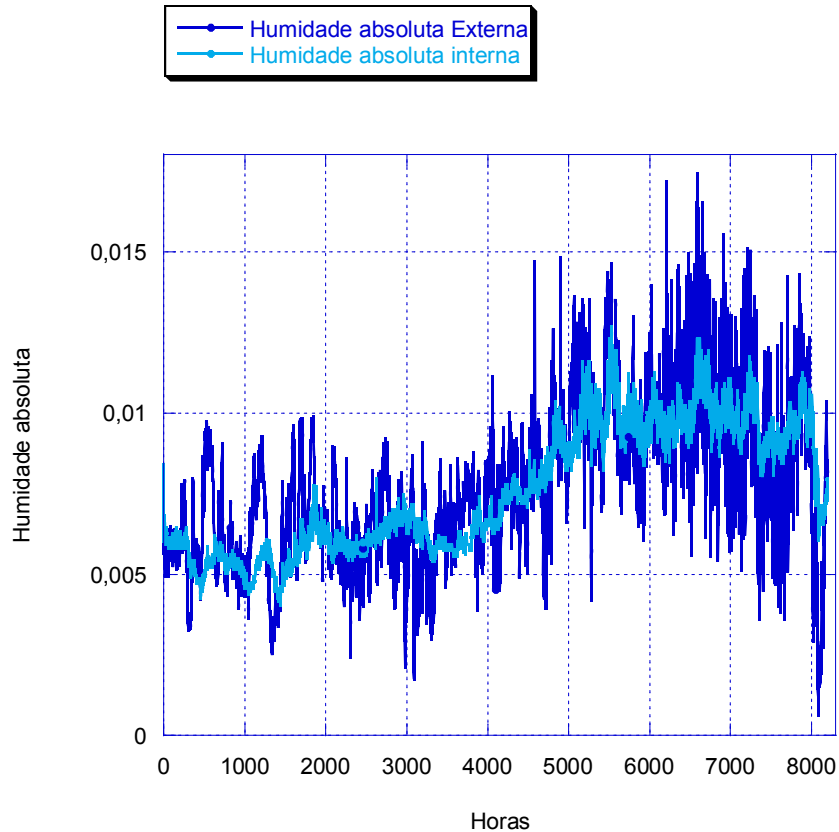


Gráfico 3: H absoluta verificada no exterior do edifício e na sala de S. Pedro

Após a observação dos vários gráficos pode verificar-se que os níveis de T e HR, que se verificam no interior do edifício são influenciados pelas condições ambientais que se verificam no exterior, ocorrendo aumentos e diminuições de T e HR em intervalos de tempo muito próximos do que se passa no exterior do edifício.

Os vários espaços apresentam no entanto comportamentos diferentes, como por exemplo:

- O Depósito de Manuscritos, a Sala de Leitura e a Sala de São Pedro apresentam variações de T e HR muito acentuadas, podendo mesmo considerar-se o Depósito de Manuscritos como o que mais facilmente responde às perturbações ambientais induzidas.
- O Interior e o Exterior da Casa Forte manifestam igualmente variações, mas neste caso mais controladas, não tendo intervalos de variação tão elevados.
- O Interior da Casa Forte é o espaço que apresenta uma maior estabilidade relativamente à T, onde as variações são mais reduzidas, mantendo os mesmos

níveis ao longo de todo o tempo. Relativamente à HR apresenta variações que se podem considerar como sendo elevadas.

Relativamente aos valores máximos, médios e mínimos da T e HR que se verificam nos diversos espaços são apresentados na tabela 6.

Tabela 3: Valores máximos, mínimos e médios de T e HR verificados nos vários espaços em análise

	Exterior do edifício	Sala S.Pedro	Depósito de Manuscritos	Interior da casa-forte	Exterior da casa-forte	Sala de Leitura
H_{média} (%)	70	60	51	64	59	55
H_{min} (%)	6	50	24	45	36	40
H_{máx} (%)	100	72	68	85	77	70
T_{média} (°C)	16	18,7	22,6	20,2	18,4	19,4
T_{min} (°C)	-1,7	11,1	13,8	16,4	13,7	13,9
T_{máx} (°C)	40,4	25,7	30,3	24,3	24,1	24,8

Os valores aqui apresentados são uma compilação dos valores máximos, médios e mínimos observados dos diversos gráficos, estando a negrito os valores que mais se aproximam dos valores ideais.

Com o objectivo de avaliar qual o efeito que as variações de humidade relativa podem exercer sobre os acervos bibliográficos, realizou-se uma análise à resposta que os materiais podem exibir (teor de humidade) face às variações de Humidade Relativa.

Utilizaram-se dois jornais, o jornal “A Cabra” e o “Castelo” que foram colocados, respectivamente no Depósito de Manuscritos e no Exterior da Casa Forte determinando, assim, a variação da massa de água e o teor de água por grama de papel seco que os jornais sofrem devido às variações de HR.

Para calcular a massa de água utilizou-se a equação:

$$P_{\text{jornal}} - P_{\text{jornal seco}} \quad (2)$$

Para calcular o teor de água por grama de papel seco utilizou-se a equação:

$$\frac{m_{H_2O}}{\text{Peso do jornal seco}} \quad (3)$$

Os dados obtidos para os dois casos encontram-se nas tabelas 7 e 8 e nos gráficos 5 e 6.

Tabela 4: Variação da massa e teor de água por grama de papel seco do jornal "Castelo" localizado no Exterior da Casa Forte

Jornal	"Castelo"	m_{H_2O} (g)	Teor de H₂O
(Exterior casa-forte)			g de água/g papel
P jornal seco (g)	62,82		
(secagem a 70 °C/24h)			
P jornal (g)			
1ª Pesagem a 03/Jun/09	68,42	5,60	0,0891
2ª Pesagem a 09/Jun/09	68,36	5,54	0,0882
3ª Pesagem a 16/Jun/09	68,98	6,16	0,0981
4ª Pesagem a 23/Jun/09	68,85	6,03	0,0960
5ª Pesagem a 01/Jul/09	69,72	6,90	0,1098
6ª Pesagem a 10/Jul/09	69,08	6,26	0,0997
7ª Pesagem a 17/Jul/09	68,91	6,09	0,0970
8ª Pesagem a 22/Jul/09	68,65	6,83	0,109
9ª Pesagem a 29/Jul/09	69,06	6,24	0,0993
10ª Pesagem a 02/Set/09	68,95	6,13	0,0976
11ª Pesagem a 09/Set/09	69,10	6,28	0,100
12ª Pesagem a 16/Set/09	68,35	5,53	0,0880
13ª Pesagem a 23/Set/09	68,57	5,75	0,0915
14ª Pesagem a 30/Set/09	68,80	5,98	0,0952
15ª Pesagem a 08/Out/09	69,60	6,78	0,108
16ª Pesagem a 14/Out/09	67,69	4,87	0,0775
17ª Pesagem a 21/Out/09	68,16	5,34	0,0850
18ª Pesagem a 29/Out/09	69,10	6,28	0,100
19ª Pesagem a 04/Nov/09	68,86	6,04	0,0961

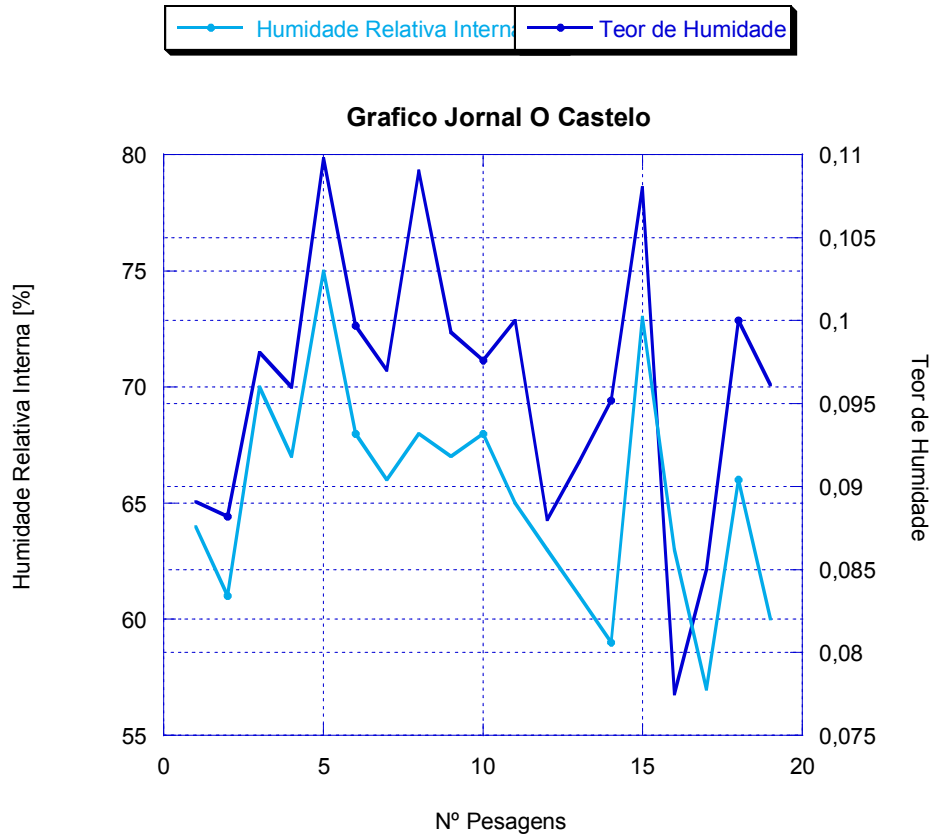


Gráfico 4: Pesagem do jornal "O castelo" localizado no Exterior da Casa Forte

Tabela 5: Variação da massa e teor de água por grama de papel seco do jornal "A Cabra" localizado no depósito de manuscritos

Jornal	"Cabra"	m_{H_2O} (g)	Teor de H ₂ O/g papel seco
(Sala de Manuscritos)			
P jornal seco (g)	58,93		
(secagem a 70 °C/ 24h)			
P jornal (g)			
1ª Pesagem a 03/Jun/09	63,22	4,29	0,0728
2ª Pesagem a 09/Jun/09	63,00	4,07	0,0691
3ª Pesagem a 16/Jun/09	63,65	4,72	0,0801
4ª Pesagem a 23/Jun/09	63,43	4,50	0,0764

5ª Pesagem a 01/Jul/09	63,77	4,84	0,0821
6ª Pesagem a 10/Jul/09	63,53	4,60	0,0781
7ª Pesagem a 17/Jul/09	63,39	4,46	0,0757
8ª Pesagem a 22/Jul/09	63,85	4,92	0,0835
9ª Pesagem a 29/Jul/09	63,58	4,65	0,0789
10ª Pesagem a 02/Set/09	63,42	4,49	0,0762
11ª Pesagem a 09/Set/09	63,53	4,60	0,0781
12ª Pesagem a 16/Set/09	63,20	4,27	0,0725
13ª Pesagem a 23/Set/09	63,33	4,40	0,0747
14ª Pesagem a 30/Set/09	63,41	4,48	0,0760
15ª Pesagem a 08/Out/09	63,78	4,85	0,0823
16ª Pesagem a 14/Out/09	63,09	4,16	0,0706
17ª Pesagem a 21/Out/09	63,30	4,37	0,0742
18ª Pesagem a 29/Out/09	63,69	4,76	0,0808
19ª Pesagem a 04/Nov/09	63,75	4,82	0,0818

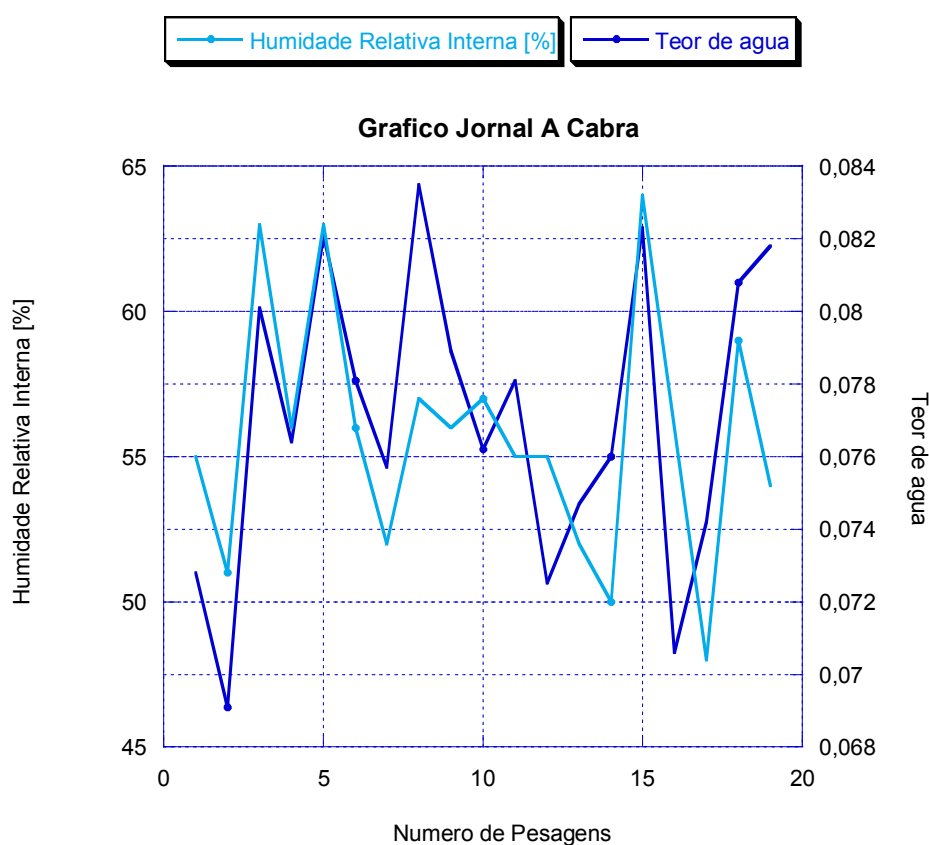


Gráfico 5: Pesagem do jornal "A Cabra" localizado no Depósito de Manuscritos

Da análise dos gráficos 4 e 5 e das tabelas 5 e 6 verifica-se que os materiais que se encontram depositados nos vários espaços reagem às variações de Humidade Relativa. Na

realidade a massa de água presente nos jornais aumenta e diminui, assim como o que acontece com a Humidade Relativa dentro dos espaços.

Observa-se que no caso do jornal localizado no Exterior da Casa Forte o teor de água por grama de papel seco é mais elevado do que no jornal localizado no Depósito de Manuscritos. Esta situação pode ser explicada pela ocorrência de níveis de Humidade Relativa mais elevados, aproximadamente 80%.

5.1. Caracterização da inércia térmica do edifício

De modo a caracterizar a inércia térmica do edifício, isto é, o tempo de resposta que o edifício apresenta face às variações climáticas exteriores, recorreu-se à função de correlação.

Aplicando a este caso de estudo e utilizando a Temperatura interna e externa e a Humidade absoluta interna e externa, através da utilização da função de correlação,

$$g(j) = \frac{1}{n_j} \sum_j T_{\text{int}(j)} \times T_{\text{ext}(j+\Delta t)} \quad (4)$$

Obtiveram-se os seguintes resultados (encontram-se apenas representados os resultados correspondentes para a sala de S. Pedro. Os restantes encontram-se no Anexo B, para os respectivos espaços):

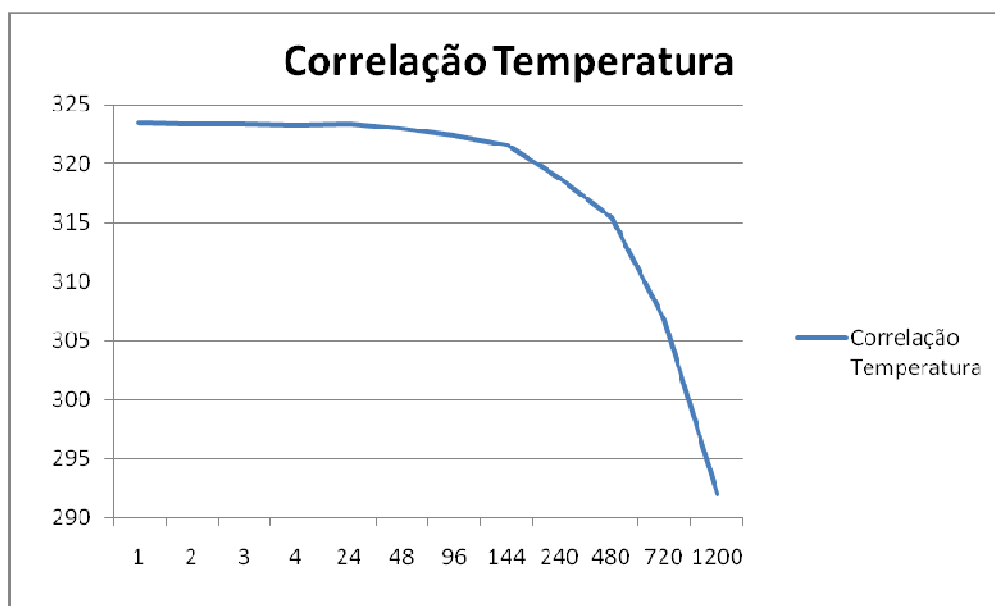


Gráfico 6: Correlação entre Temperatura interna e Temperatura ext. na sala de S. Pedro

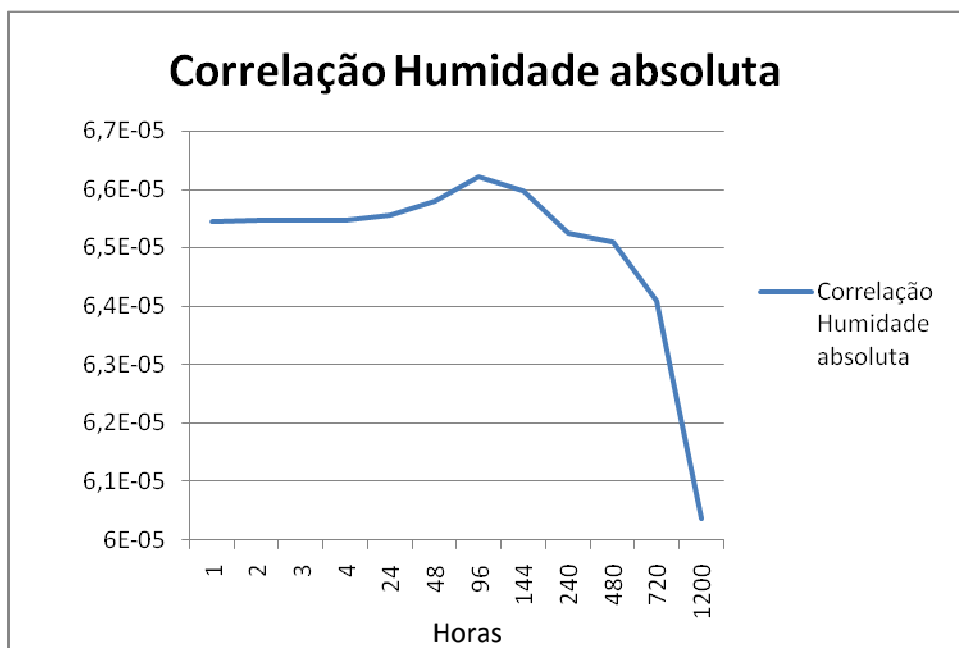


Gráfico 7: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. na sala de S. Pedro

Pela observação dos gráficos, verifica-se que o edifício responde rapidamente às variações do exterior de uma forma contínua, sendo verificados picos que indicam o tempo a que o interior do edifício leva a responder às condições higrotérmicas do exterior. A origem desses picos não é só derivada da inércia térmica do edifício, mas também dos aparelhos de controlo de humidade e temperatura utilizados e da própria estrutura do edifício, que está danificada e apresenta, nalguns espaços, algumas anomalias.

Assim, torna-se um pouco difícil identificar a inércia térmica do edifício, também pelo facto de não se terem realizado estudos para avaliar a inércia térmica correctamente.

5.2. Influência da permanência de pessoas e dos sistemas de aquecimento

Para estudar a influência da permanência das pessoas e dos sistemas de aquecimento nas condições climáticas interiores, realizou-se a recolha de dados em períodos relativos ao fim-de-semana para a Sala de Leitura.

Ao fim de semana a biblioteca deixa de ter a presença de pessoas e os aquecimentos deixam de funcionar. Escolheu-se o primeiro fim-de-semana, cujos dados estão compreendidos entre as 20h de sexta-feira do dia 14 de Novembro de 2008 e as 24h de

indica uma gama de valores que podem ser aceitáveis para a QAI. Calcula a probabilidade dos valores da temperatura e da humidade relativa se afastarem ou aproximarem dos valores de referência (18-22°C e 50-60%), analisando, assim, se o edifício tem condições ideais para conservação de bens culturais, ou não.

Aplicando este índice, ao caso de estudo, calcularam-se as frequências relativas e acumuladas, dos valores de Temperatura e Humidade Relativa, que se registaram nos espaços em análise ao longo do tempo de recolha de dados, como se pode observar pelos gráficos seguintes.

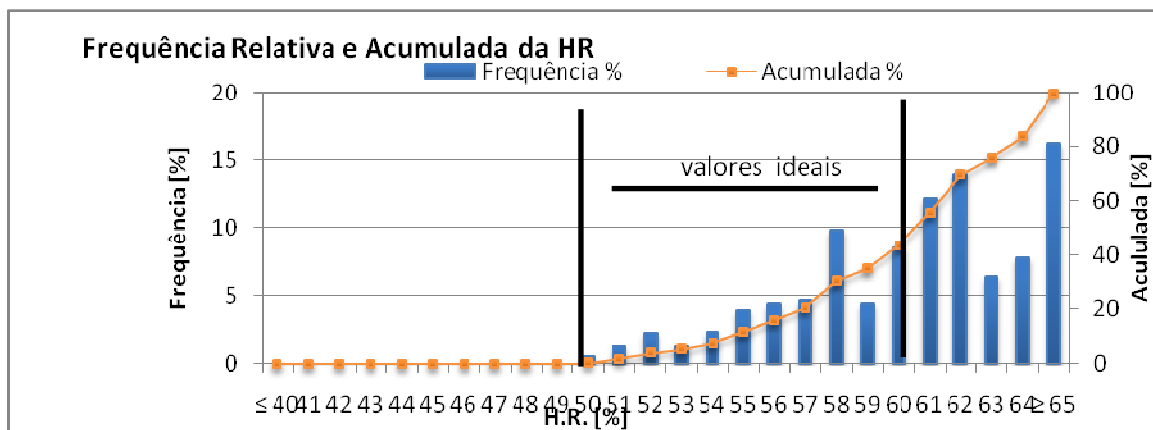


Gráfico 9: Frequência relativa e acumulada dos valores de Humidade verificados na sala de S. Pedro

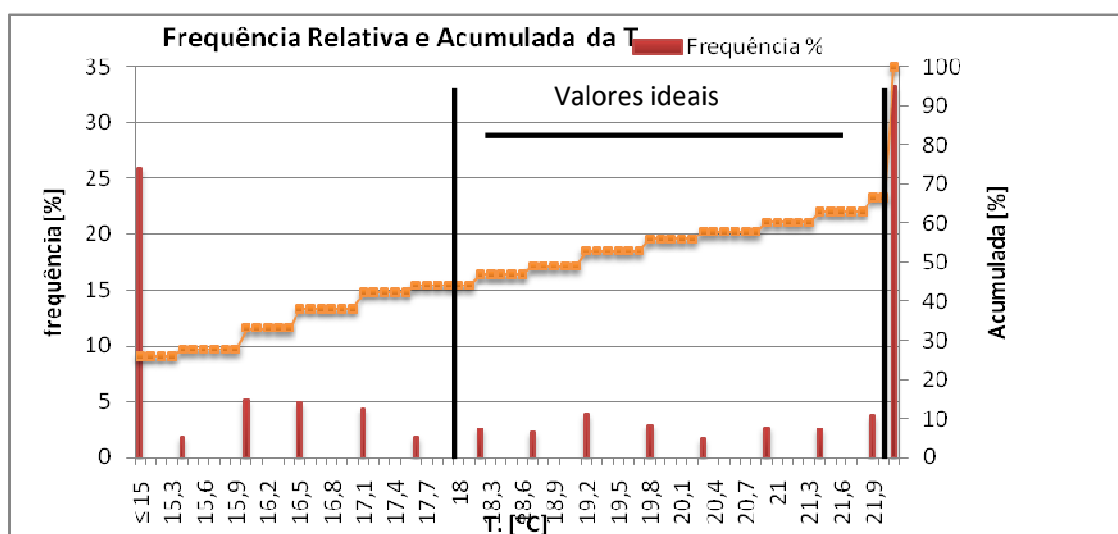


Gráfico 10: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados na sala de S. Pedro

A sala de S. Pedro é constituída por 7 janelas e com grandes dimensões. Isto irá provocar que as variações de Humidade Relativa e Temperatura não sejam as melhores. O motivo de ser o espaço com níveis de T mais reduzidos pode ser explicado pelo facto de estar orientada para Norte, estando pouco exposta à radiação solar. No entanto, através da utilização do PI, verifica-se que há uma grande ocorrência de valores de Humidade Relativa elevados, entre os quais 56,5% correspondem a valores acima dos 60% de HR registada e 43,5% encontram-se dentro dos valores ideais. Relativamente aos valores de Temperatura, 37,11% encontram-se acima dos 22°C, e 44, 23% a baixo, o que faz com que esta sala também não apresente as melhores condições para conter material bibliográfico.

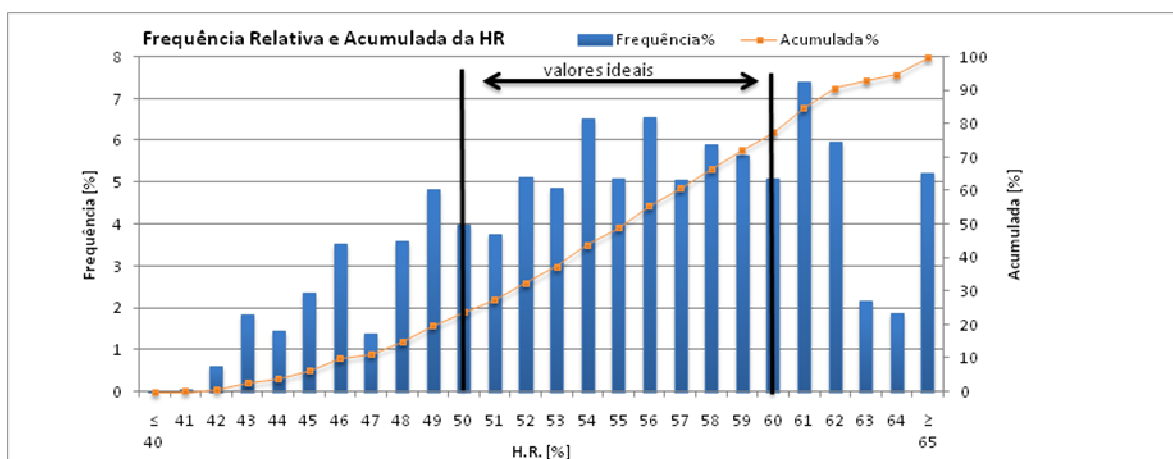


Gráfico 11: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados na Sala de Leitura

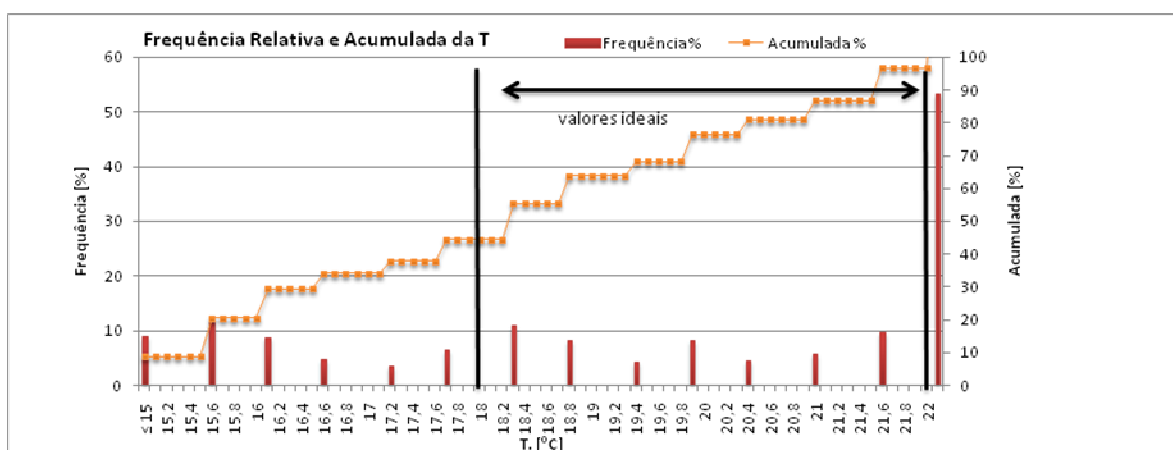


Gráfico 12: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados na Sala de Leitura

A sala de leitura é um espaço com permanente presença de pessoas. Nela, o controlo de temperatura é utilizado quando necessário. Para além disso possui uma grande janela

orientada para Sul. Apresenta 22,62% de valores de Humidade Relativa abaixo do máximo admissível para os valores ideais e 25,59% acima destes, estando 51,79% entre os 50 e os 60%.

Apesar de 25,59% de Humidade Relativa estar acima dos 60%, vai ter 34,47% de T acima dos 22°C, 31,82% abaixo dos 18°C e 33,66 de ocorrência dos valores ideais.

Assim pode dizer-se que esta sala apresenta uns valores razoáveis para a conservação de livros.

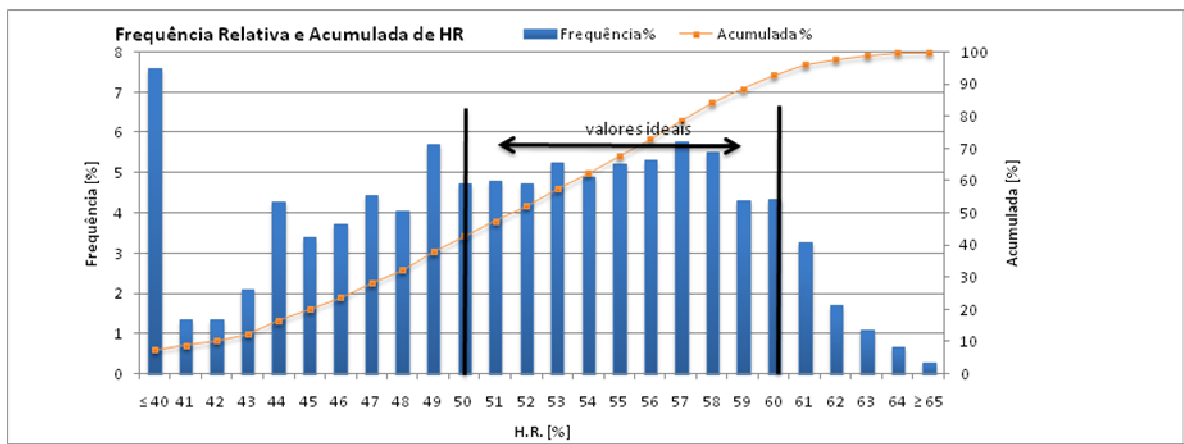


Gráfico 13: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados no Depósito de Manuscritos

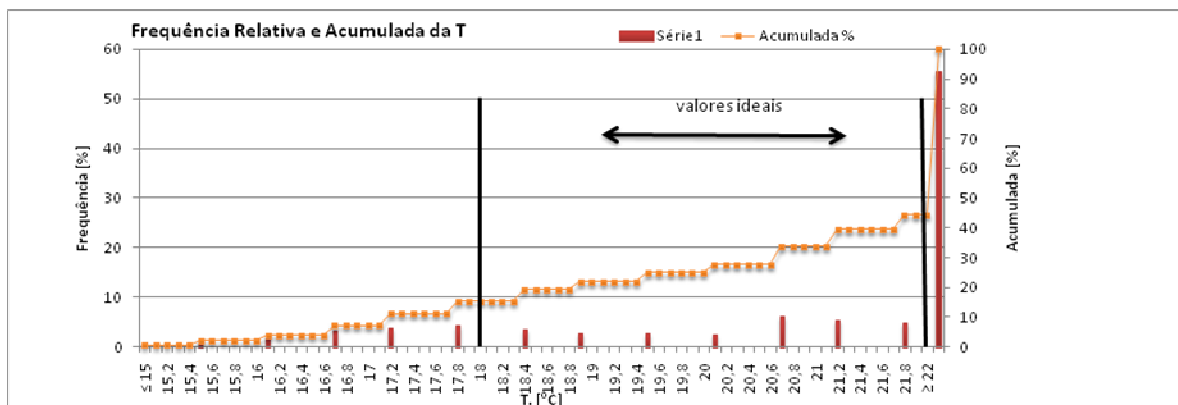


Gráfico 14: Frequência relativa e absoluta dos valores de T verificados no Depósito de Manuscritos

Relativamente ao Depósito de Manuscritos, este é um dos espaços que apresenta níveis de variações mais controlados ao nível da Humidade Relativa. Isto explica-se devido ao facto de conter um desumidificador. No entanto, apresenta uma percentagem de valores de Temperatura elevada.

Estes três espaços têm em comum janelas de vidro viradas para o exterior, o que vai proporcionar valores de Temperatura ou acima dos valores recomendados ou na gama dos valores recomendados.

Os outros espaços estudados são o Interior e o Exterior da Casa Forte. Estes já não apresentam janelas viradas para o exterior, e ao contrário dos anteriores encontram-se no interior da estrutura do edifício.

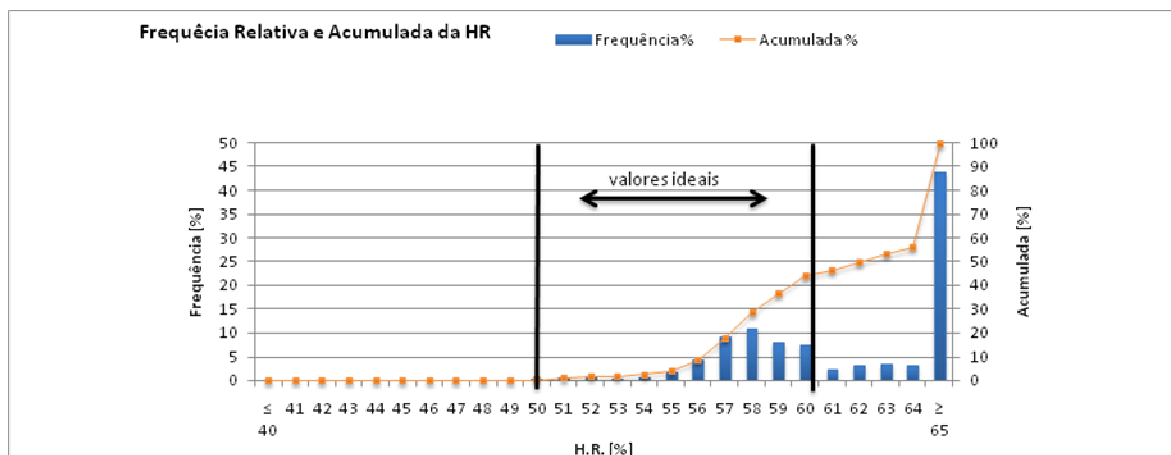


Gráfico 15: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados no Interior da Casa Forte

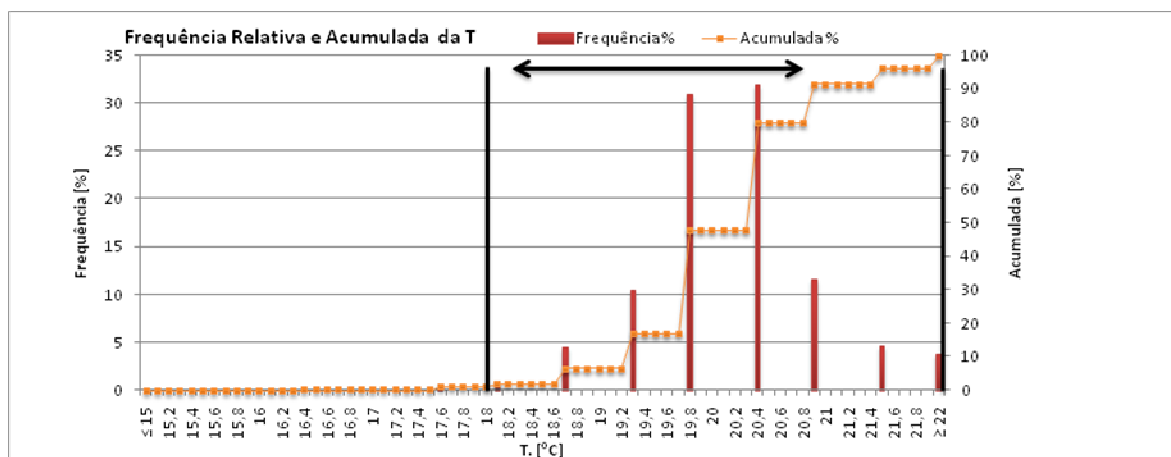


Gráfico 16: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados no Interior da Casa Forte

O Interior da Casa Forte é o único espaço que possui um sistema de controlo de Temperatura e Humidade Relativa em constante funcionamento, devendo por isso ter registos de valores de T e HR estáveis ao longo do tempo, conforme a pré-programação do equipamento.

O equipamento instalado está programado para manter a Temperatura a 20,5°C e a 55% de Humidade Relativa. Pela análise dos gráficos anteriores verificou-se que surgem

variações ao longo do tempo que se intensificaram com os aumentos verificados no exterior, demonstrando que o Interior da Casa Forte está a ser influenciado pelas condições climáticas exteriores.

Relativamente à Humidade Relativa este espaço possui valores muito acima do esperado, 55,8% acima dos 60%, o que se justifica pelo aparelho não ter funcionado correctamente. Pelo contrário, em relação à temperatura, quase 100% dos valores estão dentro da gama pretendida. Aqui, o aparelho de controlo estava a trabalhar correctamente.

Os gráficos relativos ao Exterior da Casa Forte são apresentados de seguida.

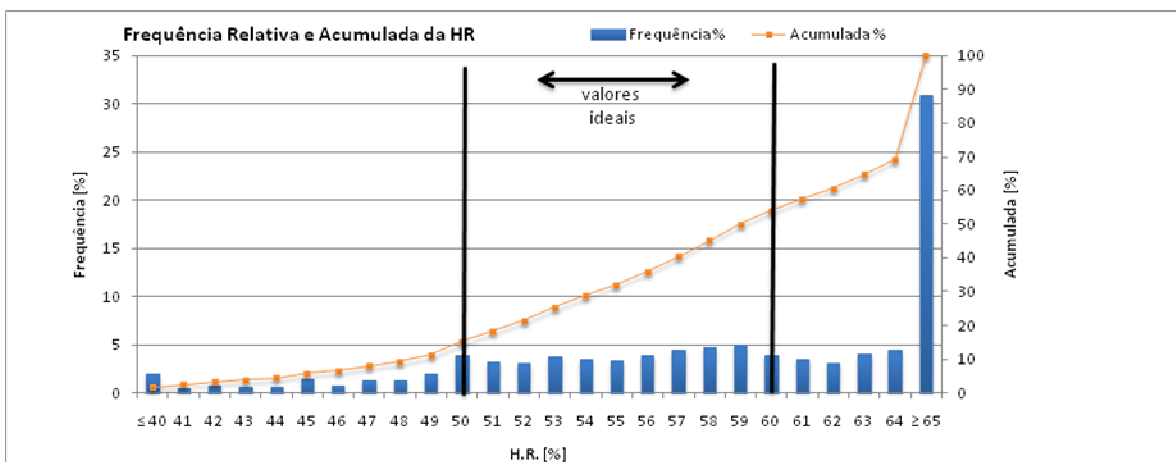


Gráfico 17: Frequência relativa e acumulada dos valores de HR verificados no Exterior da Casa Forte

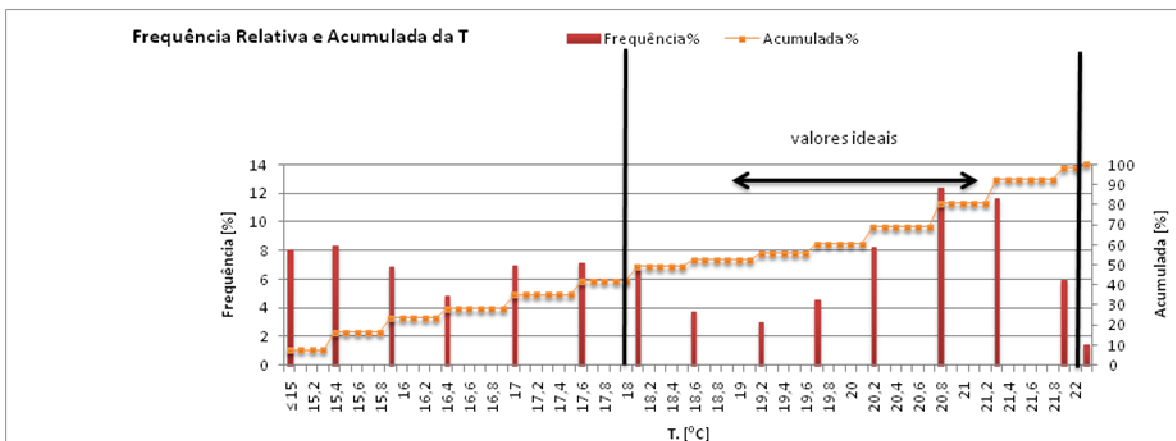


Gráfico 18: Frequência relativa e acumulada dos valores de T verificados no Exterior da Casa Forte

Neste espaço não existe qualquer controlo de Humidade Relativa e de Temperatura e, à partida, não tem nenhum tipo de ligação com o exterior. Aqui, há uma grande

percentagem de valores de H.R. superiores aos ideais e 56,31% dos valores de Temperatura dentro da gama pretendida.

Para além destes valores, nas várias visitas feitas ao local verificou-se a existência de antigos respiradouros localizados nas paredes laterais superiores, que actualmente são utilizados para passar canalizações e tubagens com várias utilizações (Imagem 17, Anexo). Verifica-se ainda, que nas saídas de alguns respiradouros encontram-se sinais de escorrimento de humidade ou então folhas de papel com o objectivo de evitar a entrada de ar.

Para uma maior compreensão do espaço recorreu-se ao Eng. Mário Carvalhal, chefe de divisão da DGEEI, Gestão de Edifícios, Equipamentos e Infra-estruturas, por ter sido responsável por algumas obras de intervenção na BGUC. O objectivo era verificar as plantas do edifício, para analisar se os respiradouros teriam sido ou não selados ao longo do tempo. No entanto, não foi possível aceder a nenhuma dessas plantas uma vez que não foram encontradas. Por informação cedida pelo Eng. Mário Carvalhal é possível que os respiradouros ainda estejam em ligação com o exterior. O que também se pode observar através dos resultados obtidos.

Através da análise dos resultados, observou-se que as condições interiores são muito afectadas pelas condições climáticas exteriores, o que se pode justificar pelo facto de não haver isolamento térmico, de haver infiltrações, dos caixilhos das janelas estarem um pouco danificados e também mal isolados com o exterior.

7. Detecção de anomalias e Propostas de correcção

Quanto à detecção de anomalias, estas já foram vindo a ser detectadas ao longo do trabalho. Entre outras, não observadas, estão o facto das janelas do edifício serem de vidros simples com caixilhos de madeira, já um pouco degradados, algumas infiltrações, nomeadamente no Exterior da Casa Forte.

Relativamente às propostas de correcção, de modo a minimizar os efeitos negativos na biblioteca aconselha-se o uso de um aparelho que controle a temperatura e a humidade no interior dos espaços que ainda não o possuem e necessitam, o uso de estores para controlar a entrada de claridade, métodos de insolação para reduzir o aumento de calor, uma

manutenção apropriada do edifício, de modo a prevenir as infiltrações, assegurar uma boa circulação de ar, através da utilização de ventoinhas e janelas e calibrar o aparelho existente no Interior da Casa Forte e posteriormente haver uma manutenção periodicamente, para que este funcione correctamente (sendo esta a medida prioritária). Estas são medidas de baixo custo e imediatas. Para além destas, existem outras que envolvem um maior investimento e requerem um maior tempo para serem aplicadas. Um exemplo destas medidas era a aplicação de um isolante térmico no interior do edifício.

Estas medidas vão permitir um melhor desempenho do edifício para a conservação de acervos bibliográficos. No entanto para monitorizar as condições higrotérmicas no interior do edifício é necessária a existência de equipamentos higrotérmicos, para que estas condições possam ser sempre controladas.

8. Conclusões

O trabalho desenvolvido no âmbito desta tese avaliou e confirmou a importância das condições higrotérmicas e do desempenho que o edifício apresenta para a conservação de acervos bibliográficos na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra. Como a BGUC tem uma enorme e variada riqueza de acervo bibliográfico é bastante importante analisarem-se estas condições, procederem-se a melhorias e realizarem-se monitorizações ao edifício frequentemente, de modo a que este mantenha as suas funções.

Como já visto, a principal fonte de deterioração dos acervos é a humidade e a temperatura interiores e estas requerem uma gama de valores ideais para a sua preservação, de 18 a 22°C para a Temperatura e de 50 a 60% para a Humidade Relativa.

Dos espaços estudados, nenhum apresentava boas condições para a conservação de material bibliográfico. No entanto, o Interior da Casa Forte é o que apresenta melhores condições, o que já era esperado devido ao facto de conter um aparelho de controlo de humidade e temperatura. Os espaços que se encontram virados para o exterior possuem uma temperatura elevada, face à gama de valores ideais, o que prejudica a conservação de acervos. O que leva a concluir que necessitam de um equipamento de controlo de temperatura, de modo a que esta baixe.

Relativamente ao edifício, existe interferência das condições higrotérmicas exteriores, no interior do edifício, provocando, assim, flutuações nos valores de Temperatura e Humidade Relativa. Para além disso, a permanência de pessoas também influencia as

variações de humidade no interior. A inércia térmica não foi correctamente avaliada devido às anomalias que a estrutura do edifício apresenta, podendo o cálculo desta ter sido influenciado por essas anomalias.

Como o objectivo da BGUC é preservar e conservar os acervos bibliográficos é importante controlar as condições higrotérmicas interiores, nem que para isso se tenha que recorrer a medidas de melhoramento, quer do edifício, quer dos espaços, neste caso, estudados.

9. Referências Bibliográficas

- [1] Baptista, J. S., Rebelo, A., e Diogo, M. T. (2008). “*CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO NA FEUP.*” 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia. Consultado em 26 de Março de 2009.
- [2] Biblioteca Joanina. Página consultada em 30 de Abril de 2009, <http://bibliotecajoanina.uc.pt/o_edificio>.
- [3] Busse, H.J., Camuffo D. e Grieken R. V. (2001). “*Environmental monitoring in four European museums.*” *Journal Atmospheric Environment* 35 Supplement, No. 1 (2001), S127-S140. Consultado em 02 de Junho de 2009.
- [4] Corgnati, S. P., Fabi, V. e Filippi, M. (2008). “*A methodology for microclimatic quality evaluation in museums: Application to a temporary exhibit.*” *Journal of Building and Environment*, 44 (2009), 1253–1260. Consultado em 23 de Março de 2009.
- [5] Fauconnier, R., Hours, M. e Chardot, P. (1992). L’Humidité dans les Écoles, lesEspaces Publics e les Patrimoines Artistiques. 2^{ième} Rencontre Internationale du Génie Climatique, Francoclim 92.
- [6] Gaspar, A. R., Quintela, D. A. e Figueiredo, A. R. (1994). “*ASPECTOS DO COMPORTAMENTO HIGROTÉRMICO DE UM EDIFÍCIO DE ELEVADA INÉRCIA TÉRMICA. CASO DE UMA BIBLIOTECA DO SÉCULO XVIII.*” Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, Portugal.
- [7] Gavelin, G. (1972). *Drying of Paper and Paperboard*. Lockwood Publishing Co., Inc., New York.
- [8] 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 (2008) 125 e 134. Consultado em 23 de Março de 2009.
- [9] IFLA-PAC, “*Directrizes da IFLA para a conservação e o manuseamento de documentos de biblioteca*”, Publicações técnicas sobre P & C. Lisboa: Biblioteca Nacional, 2004.
- [10] Instituto de Meteorologia, IP, Portugal, página consultada entre 20 de Março de 2009 a 20 de Julho de 2009, para recolha de dados horários de temperatura e

humidade relativa na cidade de coimbra,
<<http://www.meteo.pt/pt/otempo/graficosobservacao>>.

- [11] Instituto Português dos Museus – *O panorama museológico em Portugal: [2000-2003]*. Lisboa: Observatório das Actividades Culturais, 2005. ISBN 972-8488-29-7.
- [12] Jarek, K., Juha, V., Minna, K. e Targo, K. (2008). “*The effects of ventilation systems and building fabric on the stability of indoor temperature and humidity in Finnish detached houses.*” *Journal of Building and Environment*, 44 (2009), 1643–1650. Consultado em 23 de Março de 2009.
- [13] Júnior, J. S. (1997). “*A conservação de acervos Bibliotecários & Documentais.*” *Fundação Biblioteca Nacional, Departamento de processos técnicos. Rio de Janeiro, Brasil.*
- [14] Mársico, M. A. de V.. “*Noções Básicas de preservação de Livros e Documentos.*” Brasil.
- [15] Mello, P. M. C. de, Santos e M. J. V. da C. (2004). “*Manual de Conservação de Acervos Bibliotecários da UFRJ.*” Série Manual de Procedimentos nº 4. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
- [16] Ogden, S. (2001). “*Meio Ambiente.*”, 2ª Edição (14 a 17), Projecto Conservação preventiva em Bibliotecas e Arquivos. Rio de Janeiro, Brasil.
- [17] Pavlogeorgatos, G. (2003). “*Environmental parameters in museums.*” *Journal of Building and Environment*, 38 (2003), 1457 – 1462. Consultado em 26 de Março de 2009.
- [18] Pereira, A. G., Berto, L. e Barros, R.. “*Ventilação, Humidade e Temperatura.*” Consultado em 06 de Março de 2009 e disponível em <<http://campus.fortunecity.com/mcat/102/ventila.htm>>.
- [19] Sarmiento, A. G. da S. (2003). “*PRESEVAR PARA NÃO RESTAURAR.*” II CIBERética, Simpósio Internacional de Propriedadecintelectual, Informação e Ética, VIII Encontro Nacional de Informação e Documentação Jurídica, 22º Painel Biblioteconomia em Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.
- [20] 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.

- [21] Universidade de Coimbra (prospecto 2003 – 2004), página consultada em 15 de Abril de 2009, e disponível em <<http://www1.ci.uc.pt/prospecto/bibliotecas/geral.html>>.
- [22] Universidade de Coimbra, página consultada em 10 de Abril de 2009, <<http://www.uc.pt/informacaosobre/universidadecoimbra/>>.
- [23] 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

Anexos

Anexo A – Gráficos de Temperatura, Humidade Relativa e Absoluta Interior/Exterior relativos aos vários espaços da BGUC

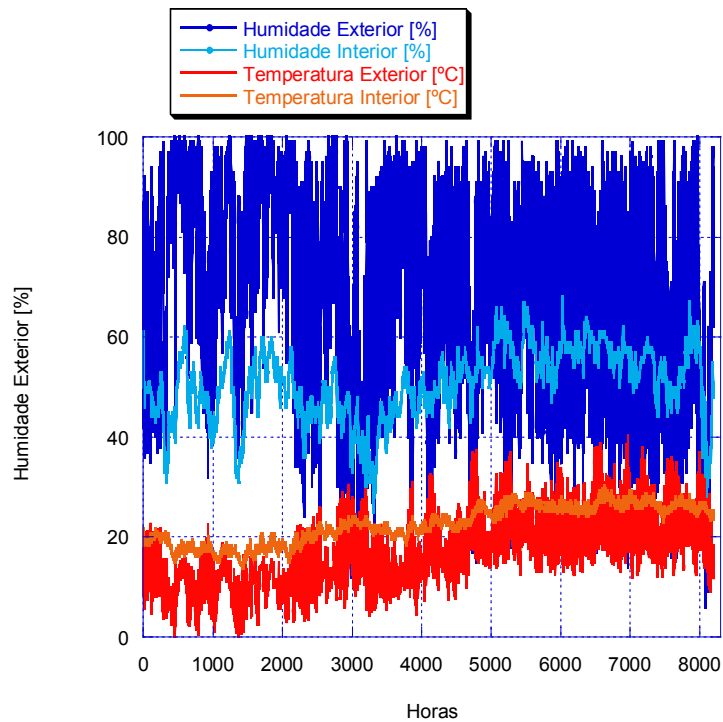


Gráfico 19: T e HR verificadas no exterior do edifício e no Depósito de Manuscritos.

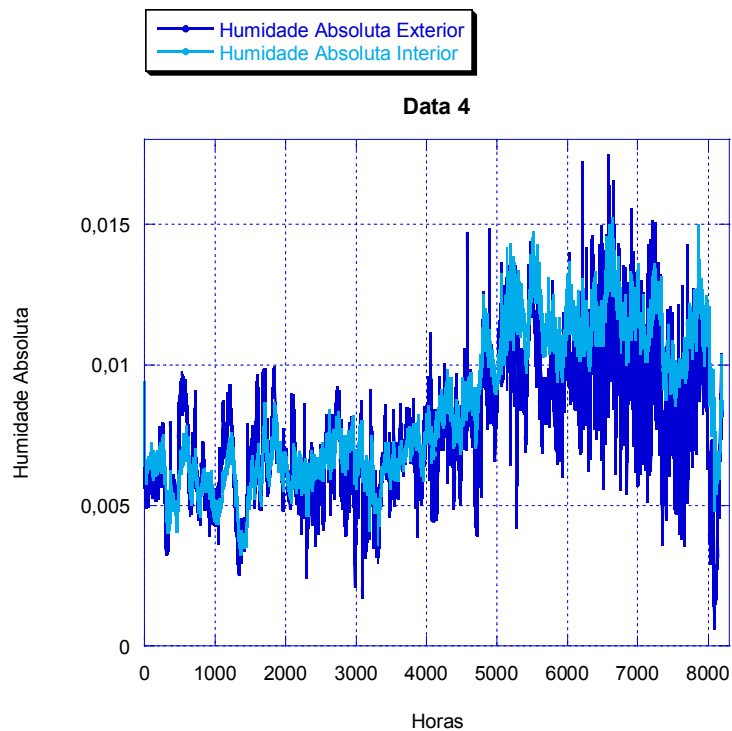


Gráfico 20: H absoluta verificada no exterior do edifício e no Depósito de Manuscritos.

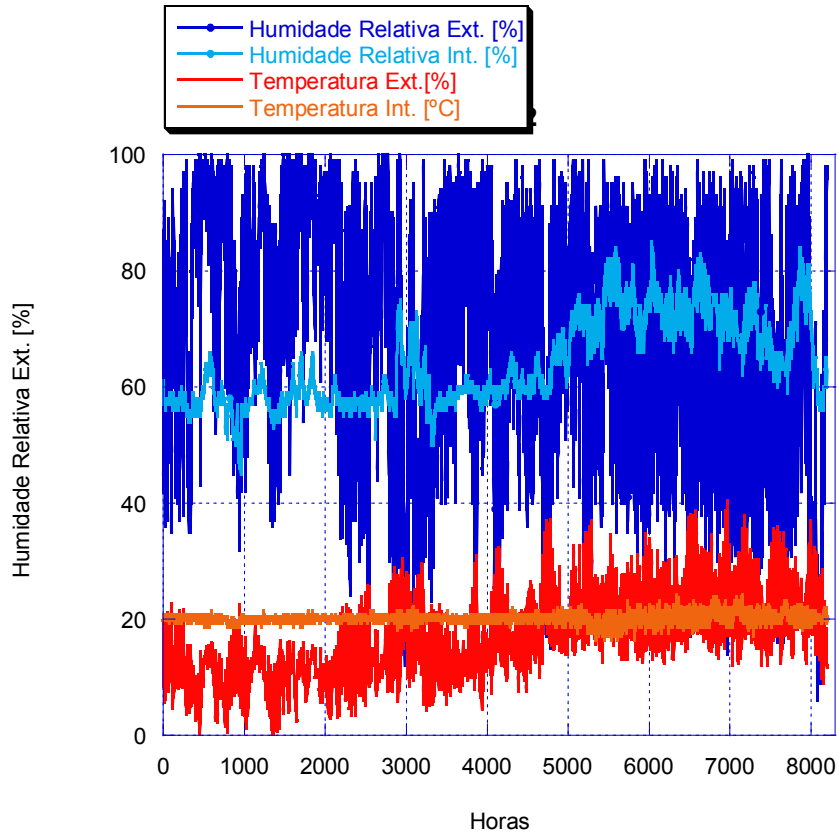


Gráfico 21: T e HR verificadas no exterior do edifício e no Interior da Casa Forte.

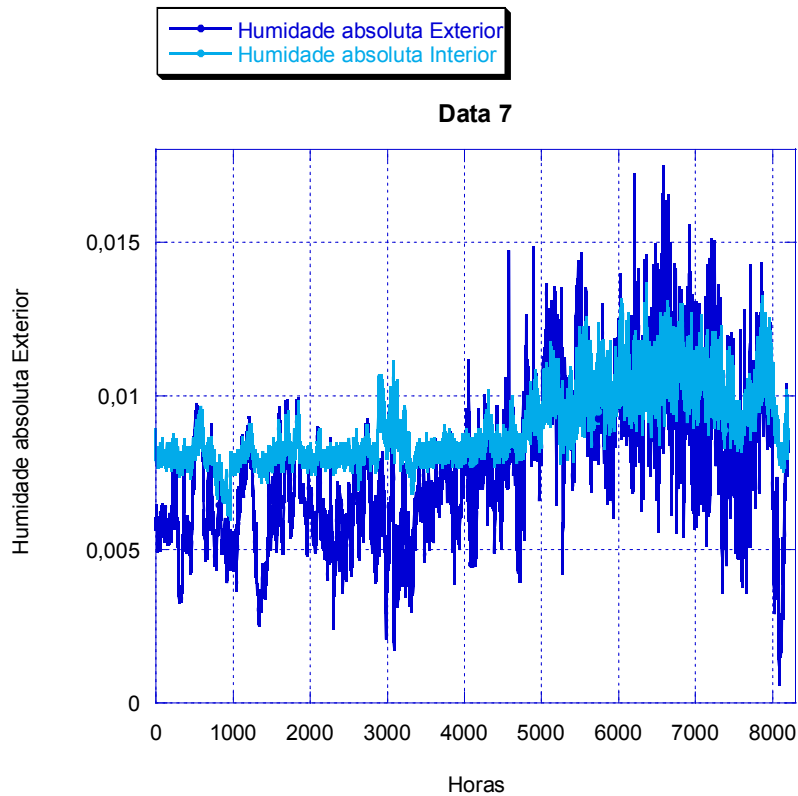


Gráfico 22: H absoluta verificada no exterior do edifício e no Interior da Casa Forte.

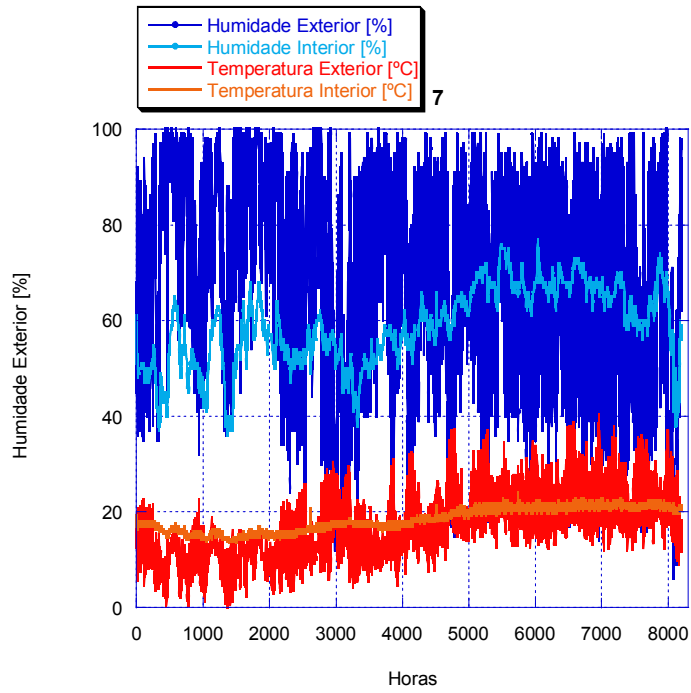


Gráfico 23: T e HR verificadas no exterior do edifício e no Exterior da Casa Forte.

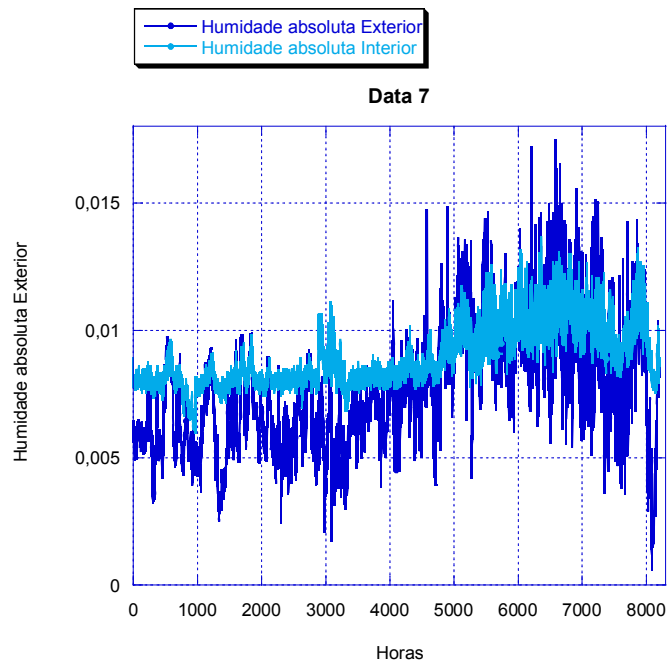


Gráfico 24: H absoluta verificada no exterior do edifício e no Exterior da Casa Forte.

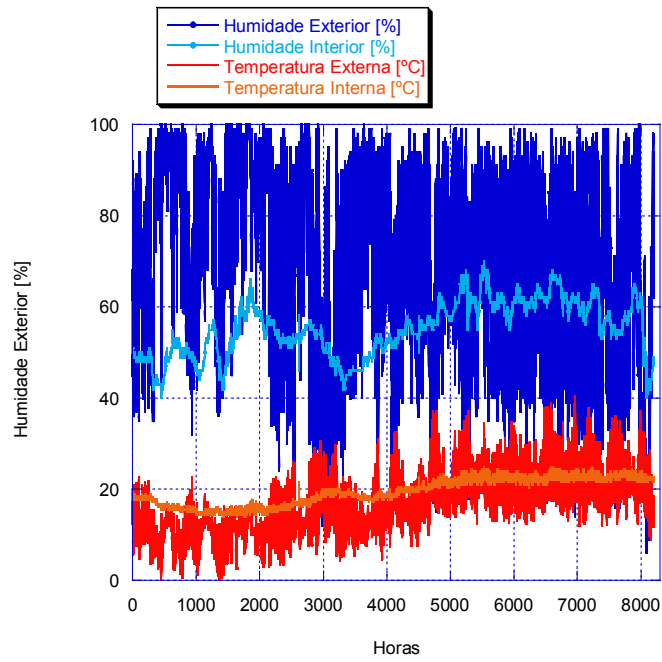


Gráfico 25: T e HR verificadas no exterior do edifício e na Sala de Leitura.

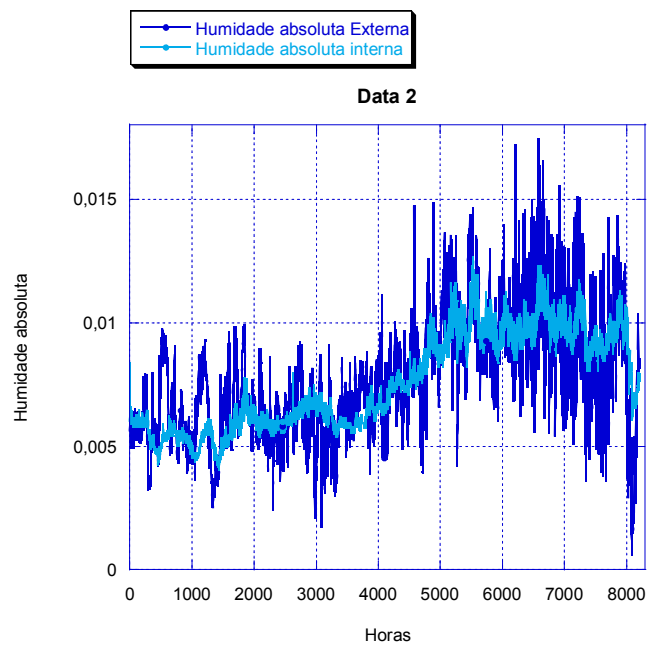


Gráfico 26: H absoluta verifica no Exterior do edifício e na Sala de Leitura

Anexo B – Gráficos de Correlação relativos aos vários espaços da BGUC

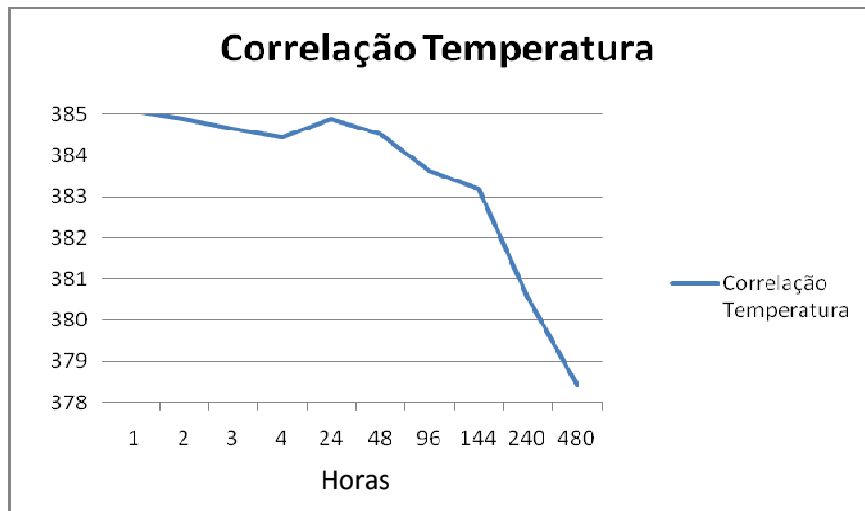


Gráfico 27: Correlação entre Temperatura int./Temperatura ext. no Depósito de Manuscritos

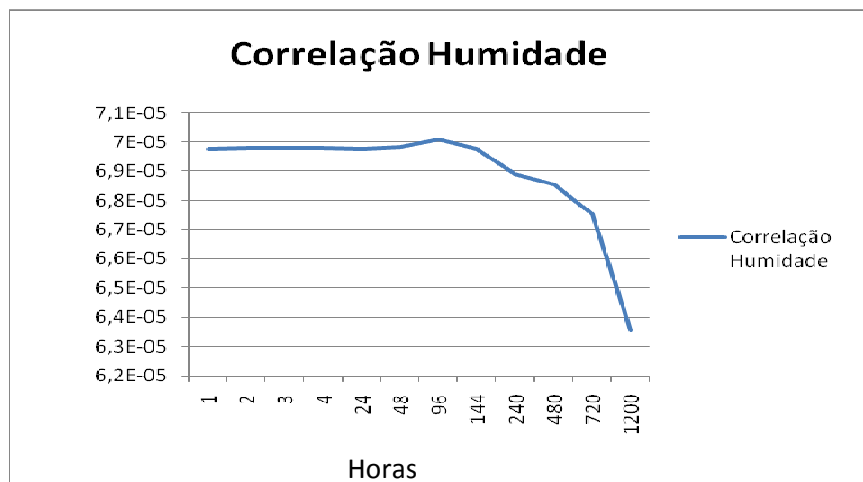


Gráfico 28: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext no Depósito de Manuscritos

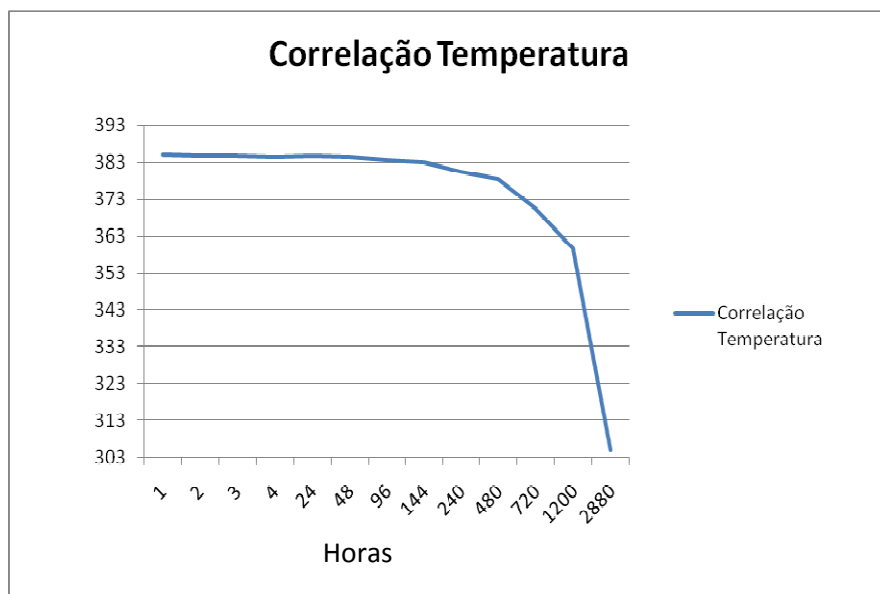


Gráfico 29: Correlação entre T int./T ext. no Interior da Casa Forte

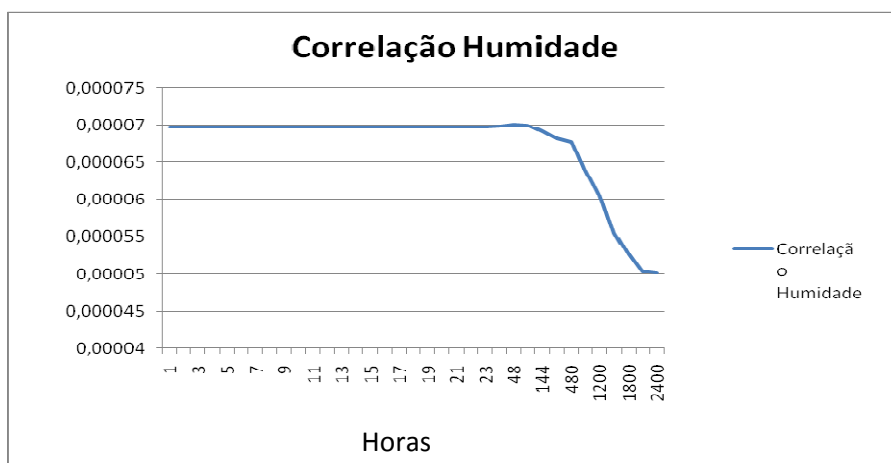


Gráfico 30: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. no Interior da Casa Forte

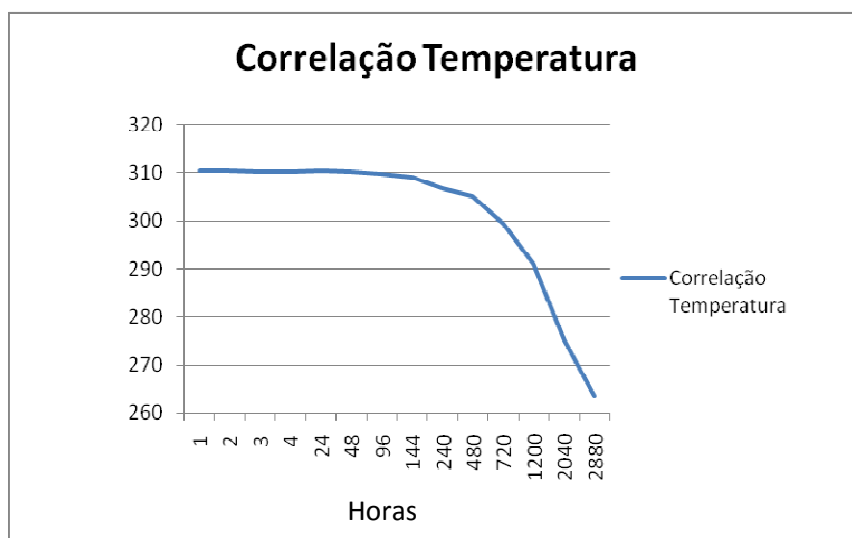


Gráfico 31: Correlação entre Temperatura int./Temperatura ext. no Exterior da Casa Forte

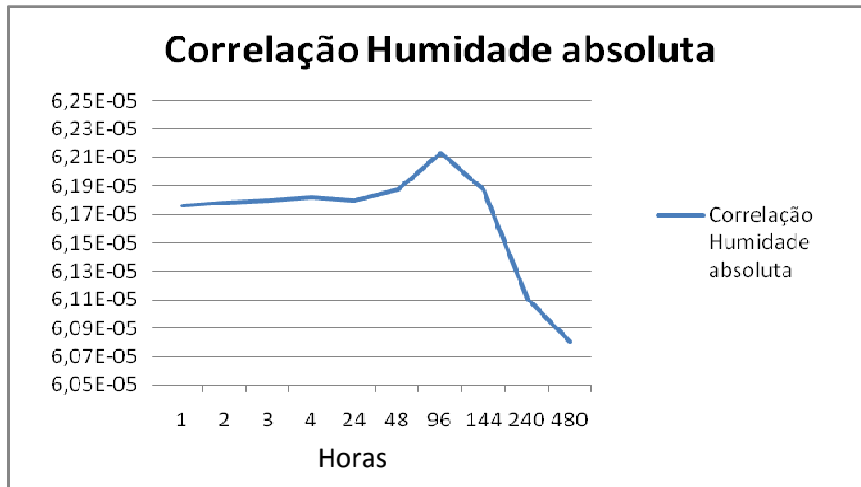


Gráfico 32: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. no Exterior da Casa Forte

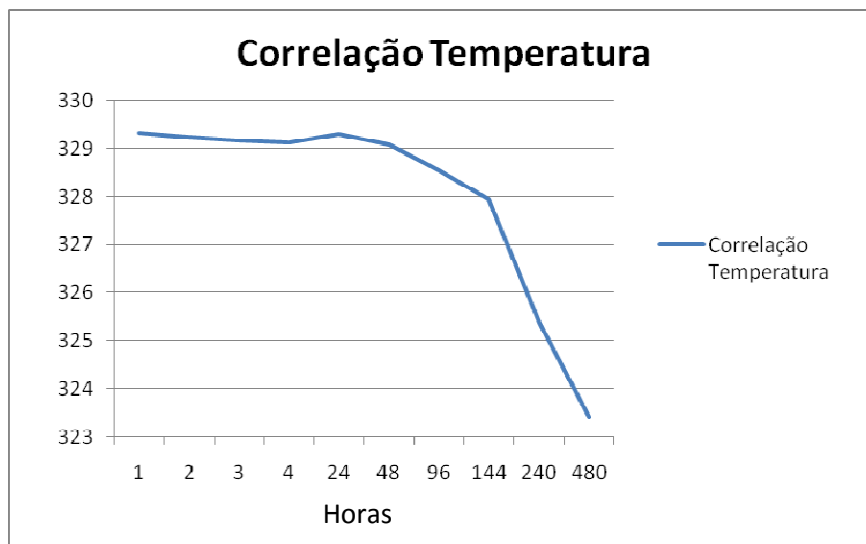


Gráfico 33: Correlação entre Temperatura int./Temperatura ext. na Sala de Leitura

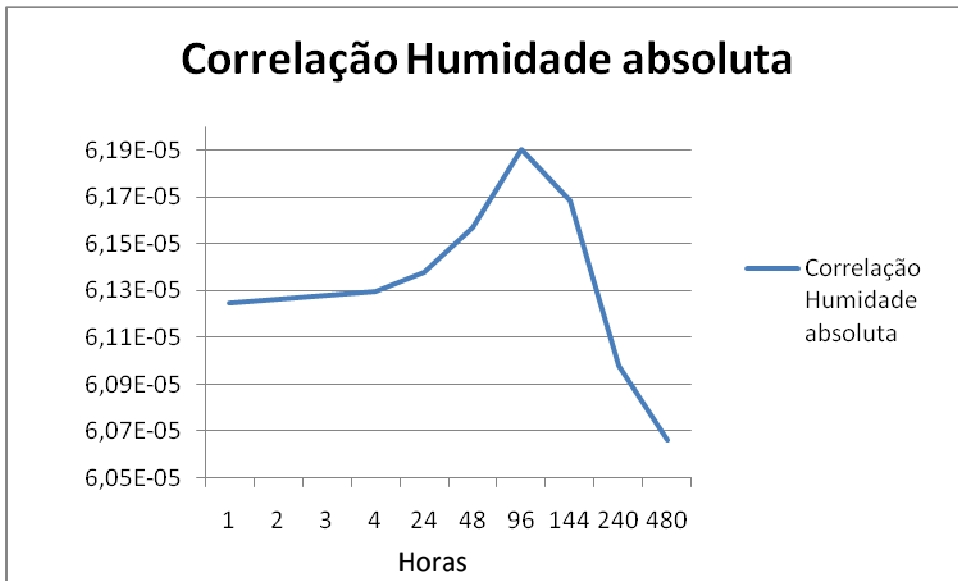


Gráfico 34: Correlação entre Humidade absol. int./Humidade absol. ext. na Sala de Leitura

Anexo C: Imagens dos diversos espaços



**Imagem 12: Localização do datalogger
São Pedro**



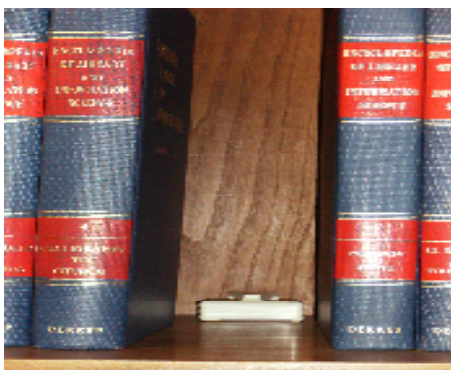
**Imagem 13: Localização do datalogger no Depósito de na Sala de
Manuscritos**



**Imagem 14: Localização do datalogger
no Interior da Casa Forte**



**Imagem 15: Localização do datalogger no
Exterior da Casa Forte**



**Imagem16: Localização do datalogger
na Sala de Leitura**



**Imagem 16: Tubagens no Exterior da Casa na
Forte**

Anexo D – Cálculo da Humidade Absoluta

Para o cálculo da Humidade absoluta que se verifica nos vários espaços do edifício utilizou-se a seguinte equação:

$$W = 0,622 \times \frac{\phi \times p_{vs}}{P_{atm}} \quad (5)$$

W – Humidade absoluta (kg água/kg ar seco);

Φ – Humidade Relativa;

p_{vs} – Pressão de Saturação (bar);

T – Temperatura (°C);

P_{atm} – Pressão atmosférica (bar).

Para calcular a Pressão de Saturação recorreu-se à fórmula

$$p_{vs}(T) = 0,0069133 \times e^{0,059018 \times T} \quad (6)$$