

Condições ambientais do Museu de Arqueologia D. Diogo de Sousa

Micaela Viegas Duarte

Resumo

O Museu de Arqueologia D. Diogo de Sousa em Braga tem em exposição permanente colecções de natureza inorgânica. Destes materiais, são as ligas metálicas que apresentam maior sensibilidade às condições ambientais. De modo a averiguar quais as condições a que os materiais estiveram aclimatados, entre 2008 e 2011, analisaram-se os dados de Temperatura (T°) e Humidade Relativa (HR). Nos expositores existem materiais diversificados, factor que condiciona a HR existente. Estudou-se a sazonalidade das condições ambientais, concluindo-se uma maior constância dos valores de Temperatura face aos da HR, menos regulares. Os valores registados são medianos, encontrando-se a colecção de metais em bom estado de conservação.

Palavras-chave:

condições ambientais, humidade relativa, temperatura, metais.

Las condiciones ambientales del Museo de Arqueología D. Diogo de Sousa

Resumen

El Museo de Arqueología D. Diogo de Sousa en Braga posee en su exposición permanente una serie de materiales de naturaleza inorgánica. De entre ellos, las aleaciones metálicas son las que presentan mayor sensibilidad a las condiciones ambientales. Con el objetivo de determinar cuáles son las condiciones a las que han estado sometidos los materiales, entre 2008 y 2011 se analizaron tanto los valores de Temperatura (T°), como de Humedad (%HR). En los expositores, la existencia de distintos materiales condiciona el valor de HR presente. Se ha analizado la estacionalidad de las condiciones ambientales. Así se ha concluido una mayor estabilidad de los valores de Temperatura (T) y una mayor irregularidad en los valores de la Humedad Relativa (%HR). Los valores registrados son medianos lo que permite que la colección de metales se encuentre en buenas condiciones de conservación.

Palabras clave:

condiciones ambientales, humedad relativa, temperatura, metales.

Environmental conditions of the Museum of Archaeology D. Diogo de Sousa

Abstract

The Museum of Archaeology D. Diogo de Sousa in Braga has in its Permanent Exhibition collections of inorganic nature. Amongst these materials, the alloys are the most sensitive to environmental conditions. In order to verify the conditions in which the materials were acclimatised, between 2008 and 2011, the records of both Temperature (T°) and Humidity (HR) were analysed. In the showcases the material diversity of objects determines the levels of moisture presented. The seasonality of the environmental conditions was verified and it has been possible to confirm more constant values for Temperature (T) than for HR%, less regular. As the values shown are median the collection of metals is in good condition.

Keywords:

environmental conditions, relative humidity, temperature, metals.

Introdução

O Museu de Arqueologia D. Diogo de Sousa (MDDS) situa-se em Braga, e tal como hoje se conhece, com edifício próprio, teve o projecto concluído em 1991 abrindo ao público em 2007. As colecções em exposição apresentam natureza inorgânica, existindo material cerâmico, vidro, artefactos líticos, bem como espólio metálico significativo, chumbo, ouro, prata, ferro e ligas de cobre, todos provenientes de contexto arqueológico (figs.1 e 2). Os materiais metálicos em particular (os ferros e as ligas de cobre) são os que apresentam maior sensibilidade às variações das condições ambientais, nomeadamente Temperatura (T°C) e Humidade Relativa (HR%). Os materiais arqueológicos, em especial os metais, devido à sua natureza, são extremamente difíceis de interpretar pois por vezes apresentam-se totalmente mineralizados. Ao serem exumados, os metais sofrem um grande choque, uma vez que estiveram vários séculos em ambiente estável com o qual estabeleceram equilíbrio. A exposição ao ar, com o oxigénio, dióxido de carbono e água traz novos factores/ aceleradores de degradação (TISSOT, 2003). Para além do cuidado no seu levantamento e transporte para laboratório é sempre necessário realizar tratamentos de conservação e restauro. Pretende-se assim estabilizar a peça, revelar dentro do possível a superfície original para que possa ser estudada e exposta (TISSOT, 2003). No entanto, um objecto arqueológico tratado pode continuar a reagir com o ambiente envolvente tendo os materiais em exposição no MDDS sido submetidos a tratamento de conservação e restauro entre 2005 e 2006. Atualmente a colecção encontra-se em bom estado de conservação e todo o material metálico exposto está colocado dentro de vitrinas.

Como refere Michalski, a qualidade de construção das vitrinas, no que respeita à estanquidade bem como dimensão e materiais utilizados, vai determinar a capacidade de troca de vapor de ar do interior para o exterior. A maior ou menor capacidade de trocas de vapor de ar vai contribuir para as flutuações de humidade relativa e temperatura no interior da vitrina (MICKALSKI,1994). As trocas de vapor de ar ocorrem segundo três mecanismos: difusão de vapor através do ar junto de pequenas aberturas; permeabilidade de vapor de ar através das paredes sólidas (vidro); infiltração do vapor de ar através de orifícios e aberturas. A infiltração explica a maior parte das variações de humidade bem como a entrada de poeiras. (MICKALSKI,1994, p.169).

Foi preocupação dos técnicos de conservação e restauro do MDDS, aquando da montagem da exposição permanente, verificar as condições ambientais em que as peças iriam permanecer. Para o efeito, foram colocados termohigrómetros digitais nas vitrinas que continham materiais metálicos.



Fig.1 Vitrina Alfaia agrícola 2.13.



Fig.2 Vitrina Estatuetas 3.10.

O presente estudo tem como objectivo a análise dos dados recolhidos, de modo a perceber o comportamento dos valores de T^0 e HR% no interior das vitrinas, ou seja, quais as condições ambientais a que os artefactos estão aclimatados. Para o efeito foram utilizados os dados de quinze vitrinas, registados entre 2008 a 2011 e um registo da sala 2. Os dados foram introduzidos em folha de cálculo, de modo a tratá-los estatisticamente, permitindo

a obtenção dos gráficos que adiante se apresentam. Foram disponibilizados pelo Instituto de Meteorologia dados de temperatura e humidade relativa registados em Braga em igual período, para comparação. Os registos existentes no museu são semanais, motivo pelo qual se optou por utilizar os dados dos quatro anos em conjunto para cada um dos expositores. Tentou-se ainda relacionar alguns dos acontecimentos registados com o posicionamento de cada vitrina nas salas de exposição, bem como com os dados meteorológicos.

O edifício e a influência nas condições ambientais

Segundo Luís Casanovas, ao fazer uma retrospectiva histórica da museologia, encontramos o edifício do museu como primeiro abrigo das colecções, senão mesmo o único, até meados do século XIX. Até então não existia nenhum instrumento que permitisse corrigir o comportamento do edifício, sendo a partir dessa época que o aquecimento de conforto entra nos museus (CASANOVAS, 2008). A evolução da arquitectura e dos equipamentos de tratamento de ar, conduziram à ideia de ser possível obter qualquer tipo de ambiente dentro dos edifícios, com consequente excessivo gasto económico e de energia. Apesar disso, ainda hoje se continua a construir e remodelar edifícios de museu sem ter em conta a sustentabilidade do mesmo e das colecções (PADFIELD, 2004). Idealmente o edifício em si mesmo deverá fazer parte integrante da conservação dos objectos *“transformando-se num elo activo da conservação, desde que a sua estrutura seja concebida para isso, actuando como regularizador ou estabilizador das condições-ambiente”* (CASANOVAS, 2008:116).

O edifício do MDDS segue as tendências museológicas e arquitectónicas da sua década, adaptando o edifício à colecção que vai albergar. É composto por dois volumes, um para serviço técnico e o outro para exposição e zonas públicas (GUIMARÃES, 2005). A exposição permanente desenvolve-se ao longo de quatro salas. A primeira e a segunda situam-se no primeiro andar, seguindo o percurso para o rés-do-chão, para a terceira e quarta salas.

A primeira sala recebe luz natural indirecta de uma janela voltada a SO existente na extremidade do corredor de entrada. Existem ainda dois lanternins verticais com a mesma orientação, que conferem luz indirecta tanto à primeira como à segunda sala. Estando estas salas próximas da cobertura tornam-se ligeiramente mais quentes no verão e mais frias no inverno que as duas seguintes.

As salas três e quatro, no rés-do-chão, possuem um grande janelão voltado a lés-nordeste, conferindo-lhes alguma iluminação natural. As janelas têm estores de lâminas exteriores reguláveis para cortar parcialmente a luz.

As quatro salas são comunicantes entre si, tanto pelas escadas de acesso como pelo varandim das salas 1 e 2. A circulação dos visitantes inicia-se no 1º andar, passando depois para o r/c. Esta comunicação permite alguma ventilação do edifício entre o corredor de entrada no 1º andar e o de saída no r/c (ver figs. 3 e 4). O posicionamento das salas no edifício vai

condicionar o ambiente existente e consequentemente, os valores registados dentro das vitrinas.

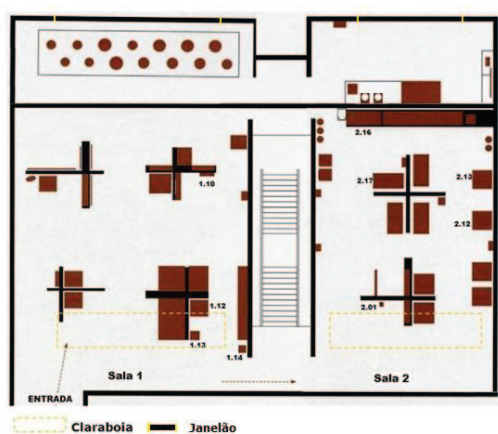


Fig.3 Planta das salas de exposição 1 e 2.

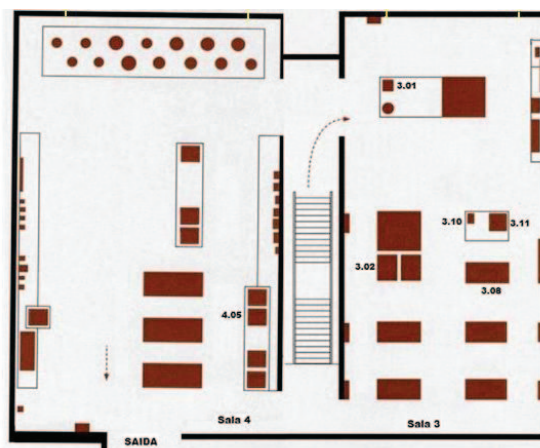


Fig.4 Planta das salas de exposição 4 e 3.

Embora o edifício possua aparelhagem de ar condicionado optou-se por não o ligar nas salas de exposição. Em primeiro lugar para verificar a reacção das peças a um ambiente sem constrangimentos mecânicos, em segundo por existir dificuldade em estabilizar as condições ambientais com a utilização do mesmo. Deste modo, a colecção poderá habituar-se ao aquecimento/arrefecimento natural do edifício, com ciclos dia/noite, verão/inverno. (CASANOVAS, 2008:92). Esta opção diminui os gastos energéticos, de modo mais sustentável (ORESZZY, 1994).

Observando os dados registados nas vitrinas, comparando com os valores médios meteorológicos podemos concluir:

As salas do 1º piso apresentam valor médio anual de HR menor, com um valor médio de Tº maior que as salas do rés-do-chão. Sendo que: a sala 1 regista 58,5% de HR e 19,4°C de temperatura; a sala 2 regista 59,6% e 19,3°C de temperatura; a sala 3 regista 62,1% de HR e 18,9°C de temperatura; a sala 4 apresenta 63% HR e 19,1°C de temperatura (ver fig.5). Ao comparar os valores médios das vitrinas com os valores médios meteorológicos anuais estes encontram-se intermédios dos registados no 1º andar, dos registados no rés-do-chão, 60,4% e 18,8°C. Este facto vem confirmar a influência da localização das vitrinas no posicionamento no edifício. Mostram a possível existência de humidade ascensional no edifício, devido à implantação deste no terreno que confere maior humidade relativa aos expositores do rés-do-chão. A proximidade à cobertura das salas 1 e 2 provoca um maior aquecimento das vitrinas e a diminuição dos valores da HR%, libertando-a para o exterior. Como afirma Tim Padfield (PADFIELD, 2004:134) "os quilómetros de papel dos termohigrógrafos e os gigabits digitais de dados climáticos do interior dos museus não tem qualquer utilidade se não os compararmos com o clima exterior". É através da relação do exterior com

o interior do edifício do museu que se podem avaliar as condições ambientais existentes, sendo perceptível a eficiência do edifício e das vitrinas como barreira de protecção para os artefactos (ver fig.6).

Apesar de possuímos poucos dados sobre as vitrinas da sala 4 podemos considerar que esta é a mais húmida. Embora os valores registados sejam superiores a 50%, a sala 1 é a mais “seca” entre todas, com valor médio de 58,8% de humidade. Esta sala recebe luz solar através de um lanternim bem como, lateralmente, pela janela do corredor por onde os visitantes entram nas salas de exposição. Devido a estas características ocorre, possivelmente, uma maior evaporação de água porque pelo corredor pode sentir-se uma maior circulação de ar.

Médias anuais	Sala 1		Sala 2		Sala 3		Sala 4	
	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº
2008	59,5	18,8	60,2	18,7	62,4	18,4	63,6	18,8
2009	59,2	19,6	59,8	19,4	62,2	18,9	64	19,3
2010	59	19,5	60	19,4	62,5	19	62,3	19
2011	57,8	19,9	58,5	19,8	61,3	19,3	62,3	19,3
Média 4 anos	58.8	19.4	59.6	19.3	62.1	18.9	63.0	19.1

Fig.5 Tabela de valores médios anuais, meteorológicos e por sala

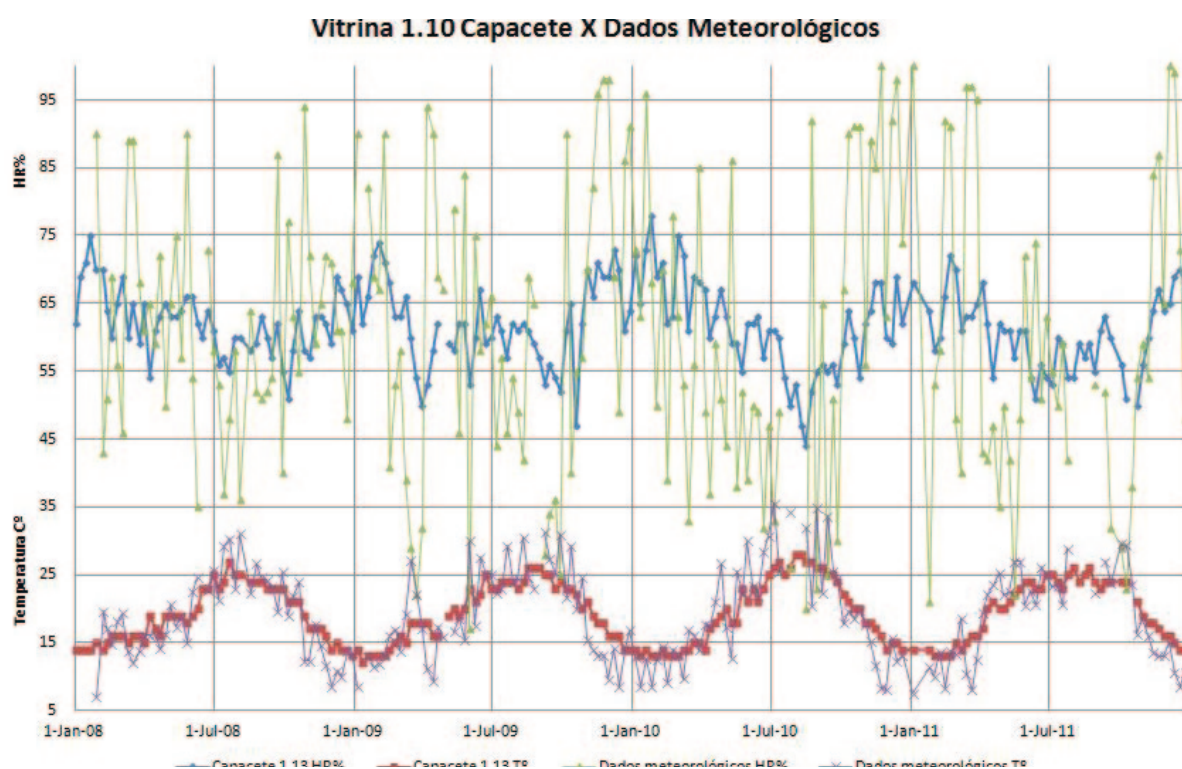


Fig.6 Gráfico comparativo: os dados interiores apresentam-se a carregado e coloridos.

Pela observação dos gráficos executados mediante folha de cálculo, verifica-se em todas as salas a sazonalidade da temperatura de modo idêntico ao longo dos quatro anos, apresentando ciclos de subida e descida da temperatura. Entre Janeiro e meados de Março a temperatura média situa-se nos 13°C. De Março até inícios de Agosto a temperatura sobe para valores médios de 25°C. Em Agosto iniciam-se as descidas de temperatura que se prolongam até Janeiro. Esta situação verificou-se, sem variações significativas, nos quatro anos em estudo. Comparativamente aos dados meteorológicos, tanto de temperatura como de humidade, verifica-se que os valores no interior das vitrinas seguem a mesma tendência, com amplitude bastante menor, revelando deste modo a capacidade de protecção do edifício e das vitrinas (fig.6).

No tocante às variações de HR, no primeiro piso existe uma resposta directa às variações de temperatura: quando a T° desce a HR sobe, quando a T° sobe a HR desce. No r/c há um comportamento diferente, a HR desce e sobe acompanhando a temperatura¹. Como já foi referido esta situação deve-se possivelmente ao posicionamento do edifício, este ao aquecer liberta parte da sua humidade para o interior. No capítulo seguinte explicar-se-á as condições existentes em cada uma das vitrinas.

Condições ambientais nos expositores MDDS

Para o presente estudo foram analisados quinze expositores que contêm objectos metálicos, bem como registos efectuados na sala 2. São eles:

- Sala 1 do Neolítico à Idade do Ferro: 1.10 – Símbolos de Poder, 1.12 – Adereços, 1.13 – Capacete, 1.14 – Torques;
- Sala 2 Romanização: 2.01 – Taça, 2.12 – Balança, 2.13 – Alfaias Agrícolas, 2.16 – Materiais de Construção, 2.17 – Sítula;
- Sala 3 Bracara Augusta: 3.01- Pata de Cavalo, 3.02 – Chaves, 3.08 – Adorno Pessoal, 3.10 – Estatuetas, 3.11 – Culto;
- Sala 4 Miliários e Rituais Fúnebres 4.05 – Ferragens

Todas as vitrinas são compostas por vidro com estrutura em aço. As suas dimensões variam consoante os artefactos que apresentam, sendo estas referidas ao longo do texto (altura cm X largura cm X profundidade cm). As vitrinas 1.10 e 3.02 têm no seu interior madeira.

Numa primeira observação recorreu-se aos valores médios anuais registados em cada uma das vitrinas. Deste modo identificou-se quais as condições de temperatura e humidade relativa a que as peças se encontram aclimatadas.

¹ Neste caso pode estar a ocorrer um aumento da Humidade Absoluta, isto é aumento da quantidade de vapor de água existente no espaço, devido ao acréscimo da pressão parcial de vapor. Por exemplo, quando a T° é de 25°C com HR de 40%, ao aquecer para 29°C mantendo a HR em 40%, ocorre uma variação da pressão parcial de vapor de 8 para 10hPa.

Na fig.7 apresenta-se uma tabela com os valores médios de HR% e de T°C registados em cada uma das vitrinas de 2008 a 2011. Pela análise dos valores apresentados nota-se, ao longo dos anos, uma tendência para diminuição da HR e aumento ligeiro de temperatura.

HR%	Símbolos de poder 1.10	Adereços 1.12	Capacete 1.13	Torques 1.14	Taça 2.01	Balança 2.12	Alfaias agrícolas 2.13	M. de Construção 2.16	Situla 2.17
2008	60,1	59,3	62,2	56,7	62,9	59,4	62,9	58,4	61,5
2009	60,0	58,8	61,9	56,4	62,2	59,6	62,9	58,3	61
2010	59,2	58,9	61,5	57,3	62,0	59,6	63,3	58,4	61,6
2011	57,4	57,2	60,5	56,3	60,6	58,0	61,9	57,8	60,3
T°	Símbolos de poder 1.10	Adereços 1.12	Capacete 1.13	Torques 1.14	Taça 2.01	Balança 2.12	Alfaias agrícolas 2.13	M. de Construção 2.16	Situla 2.17
2008	18,9	18,8	18,7	18,9	18,5	18,7	18,8	18,5	18,8
2009	19,6	19,7	19,4	19,4	19,4	19,5	19,4	19,6	19,5
2010	19,5	19,7	19,3	19,4	19,4	19,5	19,6	19,0	19,5
2011	19,8	20,1	19,7	19,6	20,0	19,8	19,8	19,5	19,8
HR%	Pata de cavalo 3.01	Chaves 3.02	Cozinha 3.06	Mesa 3.07	Adereços 3.08	Estatuetas 3.10	Culto 3.11	Ferragens 4.05	
2008	64,4	61,3	58,6	63,0	62,5	64,9	62,2	63,5	
2009	64,2	60,4	59	63,3	62,4	64,8	61,7	63,8	
2010	64,9	60,3	59,5	63,8	62,2	65,2	61,6	64,1	
2011	63,2	59,5	58,3	62,7	62,0	64,3	59,5	63,3	
T°	Pata de cavalo 3.01	Chaves 3.02	Cozinha 3.06	Mesa 3.07	Adereços 3.08	Estatuetas 3.10	Culto 3.11	Ferragens 4.05	
2008	18,7	18,8	18,1	18,1	18,1	18,4	18,7	18,8	
2009	19,1	19,2	18,8	18,7	18,7	18,9	19,2	19,3	
2010	19,2	19,1	18,9	18,7	19,1	18,8	19,4	19,3	
2011	19,8	19,2	19,2	19,1	19,3	19,1	19,3	19,6	

Fig.7 Tabela de valores médios anuais, por vitrina.

Na **Sala1** foram estudados quatro expositores. O expositor Símbolos de Poder (1.10)(59X 69X 13 cm), apresenta no seu gráfico uma variação ligeira na HR com uma amplitude anual de cerca de 10%. A HR média dos quatro anos é de 59% e 19°C de temperatura.

A vitrina Adereços (1.12)(30X 89X 89 cm), apresenta um gráfico de HR mais instável que a vitrina anterior. A amplitude anual ronda os 25%. A HR média dos quatro anos é de 58,6% e 19,6°C de temperatura.

As vitrinas Capacete (1.13)(46X 48X 48 cm) e Torques (1.14) (25X 38X 38 cm), apresenta um comportamento entre si muito idêntico, correspondente também ao da vitrina 1.12. Com uma grande variação dos níveis de HR. Apresenta uma amplitude anual de cerca de 24%. A vitrina 1.13 Capacete é a que apresenta maior HR destas três vitrinas, com valor médio de 61,5% e 19,3°C de temperatura (ver fig.8).

O gráfico da sala1 demonstra as diferenças ocorridas entre a vitrina mais estável e a menos estável nomeadamente 1.10 e 1.13, comparando ainda com os dados meteorológicos (ver fig.9). A vitrina 1.10 possui madeira no seu interior que contribuirá para uma maior estabi-

lidade das condições interiores. Numa vitrina fechada que contenha madeira, a humidade perdida pelo ar é obtida pela madeira e vice-versa, desde que nenhum ar ou humidade passe através das paredes da vitrina (THOMSON, 1964:156). A 1.13 está localizada sob o lanternim, zona de luz natural indireta, o que possivelmente influencia a variação registada.

Sala 1	Símbolo Poder 1.10		Adereços 1.12		Capacete 1.13		Torques 1.14	
	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº
Média 4 anos	59,2	19,4	58,6	19,6	61,5	19,3	56,7	19,3
Máximo 4 anos	68	28	74	28	78	28	72	28
Mínimo 4 anos	51	12	43	12	44	12	41	12

Fig.8 Tabela de valores vitrina sala 1.

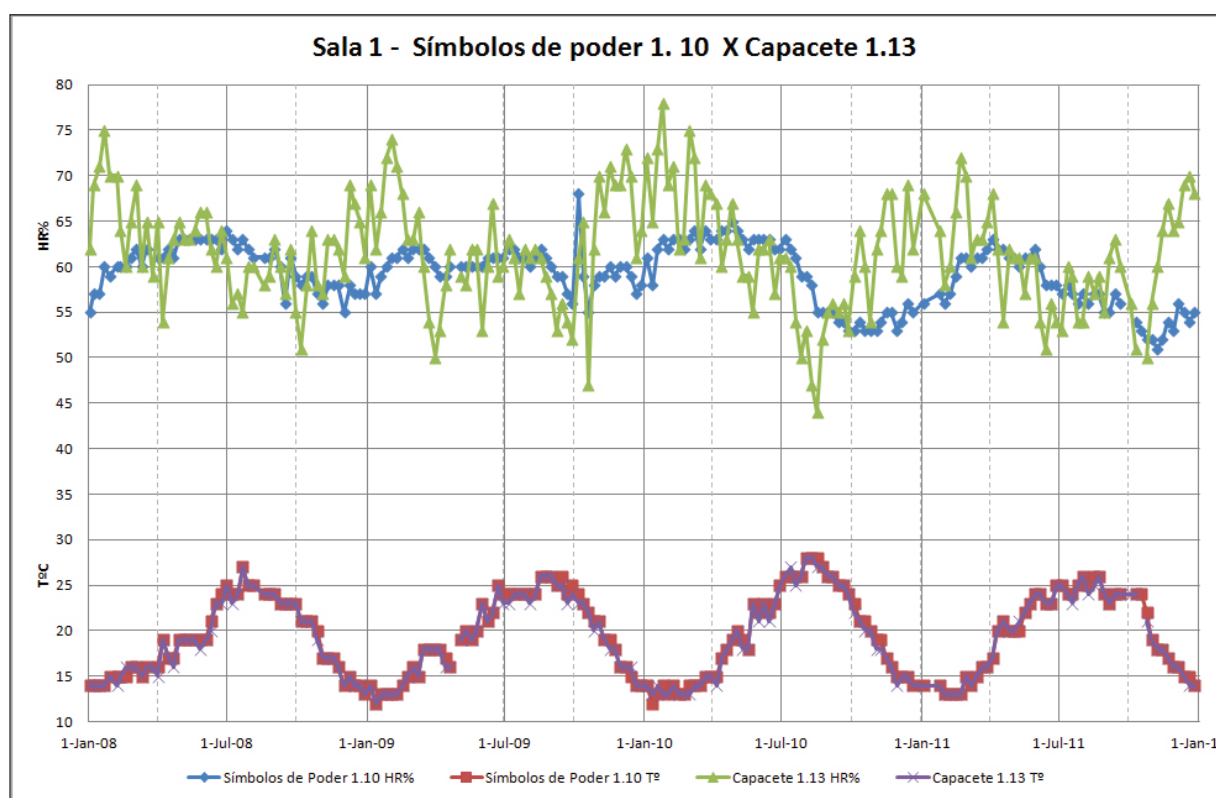


Fig.9 Gráfico sala 1: os dados meteorológicos apresentam-se com linha fina.

Na **sala 2** foram analisados cinco expositores e um dado exterior. A vitrina Taça (2.01)(20X 23X 23cm) no seu gráfico apresenta variações de HR muito repentinas de uma semana para outra. As amplitudes anuais rondam os 30%. A média dos valores dos quatro anos é de 61,9% de humidade relativa e 19,3ºC de temperatura.

As duas vitrinas Balança (2.12) e Alfaias Agrícolas (2.13) possuem as mesmas dimensões (140X 100X 100cm), encontram-se localizadas junto à parede sul da sala. Verifica-se que os seus gráficos são muito idênticos com poucas flutuações de HR. A amplitude anual é de 10%. Os valores médios são, na vitrina 2.12, de 59,1% e 19,4°C, na vitrina 2.13 de 62,7% e 19,5°C de temperatura. As diferenças existentes são justificáveis com o erro de registo dos aparelhos. A sua estabilidade deve-se, possivelmente, ao facto de estarem junto à parede sul e não receberem luz natural.

A vitrina dos Materiais de Construção (2.16) está situada na extremidade da sala 2, junto ao varandim, tendo uma disposição horizontal (29X 178X 78cm). A HR é bastante estável, rondando a amplitude anual os 10%. Os valores médios dos quatro anos são 58,2% HR e 19°C de temperatura.

A vitrina da Sítula (2.17) está de frente para a vitrina 2.16, tratando-se de um expositor vertical (209X 180X 85cm). A HR apresenta-se aqui bastante mais irregular que a vitrina anterior, com amplitude anual de cerca de 26%. Os valores médios são 61,1% e 19,4°C.

Os dados registados nos espaços exteriores às vitrinas são também irregulares, demonstrando que ainda assim as vitrinas conferem alguma protecção. Na fig.10 apresentam-se os valores médios dos expositores.

No gráfico da sala 2 pretende-se demonstrar as diferenças ocorridas entre a vitrina mais estável e a menos estável, nomeadamente 2.12 e 2.01, comparando ainda com os dados meteorológicos (ver fig.11). A primeira localiza-se junto à parede sul e a segunda sob influência do lanternim.

Sala 2	Taça 2.01		Balança 2.12		Alfaias agrícolas 2.13		M. Construção 2.16		Sítulas 2.17		junto m.cons. exterior	
	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº
Média 4 anos	61,9	19,3	59,1	19,4	62,7	19,5	58,2	19	61,1	19,4	58,9	19,3
Máximo 4 anos	80	28	67	28	69	29	67	28	74	28	77	28
Mínimo 4 anos	40	12	54	12	57	12	48	12	45	12	40	12

Fig.10 Tabela de valores vitrina sala 2.

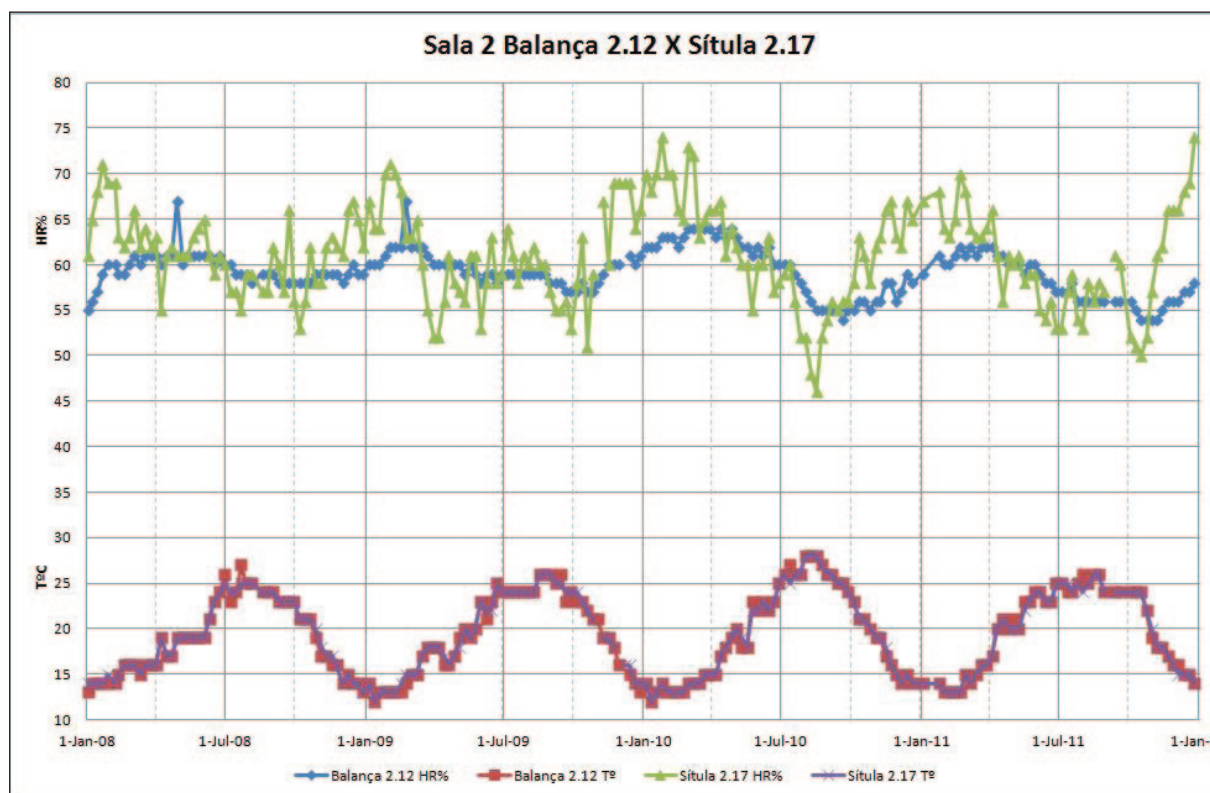


Fig.11 Gráfico sala 2: os dados meteorológicos apresentam-se com linha fina.

Na **sala 3** foram analisados cinco expositores. Na vitrina Pata de Cavalo (3.01)(37X 55X 55 cm) verificaram-se os valores médios de humidade relativa mais altos de todos os dados obtidos nas vitrinas. A amplitude anual é cerca de 30%. As variações de HR são inconstantes, com subidas e descidas de semana a semana. Os seus valores médios são de 64,2% de humidade e 19,2°C de temperatura.

Esta vitrina encontra-se próxima do janelão, sofrendo possivelmente influência da luz natural.

No caso da vitrina Chaves (3.02)(30X 130X 100cm) apresenta-se um gráfico de HR bastante estável ao longo dos quatro anos. A amplitude de HR anual é de 10%, oscilando entre os 66% e os 54%. A presença da madeira no interior confere-lhe maior estabilidade. A tendência geral desta vitrina é aumentar a humidade relativa com o aumento da temperatura. Numa vitrina que possui grande quantidade de madeira, a qual retém a humidade no interior, um aumento de temperatura irá causar uma eventual ascensão em HR (THOMSON, 1964:154). A vitrina Adorno Pessoal (3.08) apresenta variações de HR mínimas ao longo dos quatro anos estudados, sendo amplitude anual de cerca de 4%, situando-se o valor médio de HR nos 62% e o da temperatura em 18,8°C. Esta é a vitrina com as condições ambientais mais estáveis de todas.

A vitrina Estatuetas (3.10)(34X 53X 34 cm) pode ser comparada com a vitrina Cultos (3.11) (25X 84X 84 cm), pois estão localizadas na mesma zona da sala, perto do janelão onde

recebem alguma luz indirecta. O comportamento de variação da HR é semelhante entre si e também com a 3.02. Apresentam uma amplitude anual de cerca de 25% HR. Com variações bruscas de semana para semana, a vitrina 3.11 apresenta uma HR média de 61,3%, menor que a vitrina 3.10 de 64,8%. Esta diferença pode ter a ver com as suas dimensões bem como com a maior ou menor face exposta à influência do janelão. A vitrina 3.11 tem disposição horizontal logo menos exposta à influência da janela, enquanto a vitrina 3.10, tem uma disposição vertical, expondo-se mais à luz, o que provoca maior oscilação de HR. Esta relação de dados, não sendo perceptível pelos aparelhos de medição existentes, aponta para a ideia da influência da luz sobre a temperatura e consequentemente da HR.

Na fig.12 apresentam-se os valores médios dos expositores. No gráfico da sala 3 pretende-se demonstrar as diferenças ocorridas entre a vitrina mais estável 3.08 com a menos estável 3.02, comparando ainda com os dados meteorológicos (ver fig.13). A 3.08 é a mais estável possivelmente por apresentar uma disposição horizontal e sobretudo por se encontrar mais protegida da luz natural por um painel divisório do espaço, existente entre esta e a vitrinas 3.10 e 3.11.

Sala 3 e 4	Pata de cavalo 3.01		Chaves 3.02		Adorno pessoal 3.08		Estatuetas 3.10		Cultos 3.11		Ferragens 4.05	
	HR%	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº	HR	Tº	HR%	Tº	HR%	Tº
Média 4 anos	64,2	19,2	62,2	18,8	60,4	19,1	64,8	18,8	61,3	19,2	63,7	19,3
Máximo 4 anos	81	27	66	27	75	27	79	27	74	27	72	27
Mínimo 4 anos	44	12	59	12	54	13	50	13	49	13	55	13

Fig.12 Tabela de valores vitrina sala 3 e 4

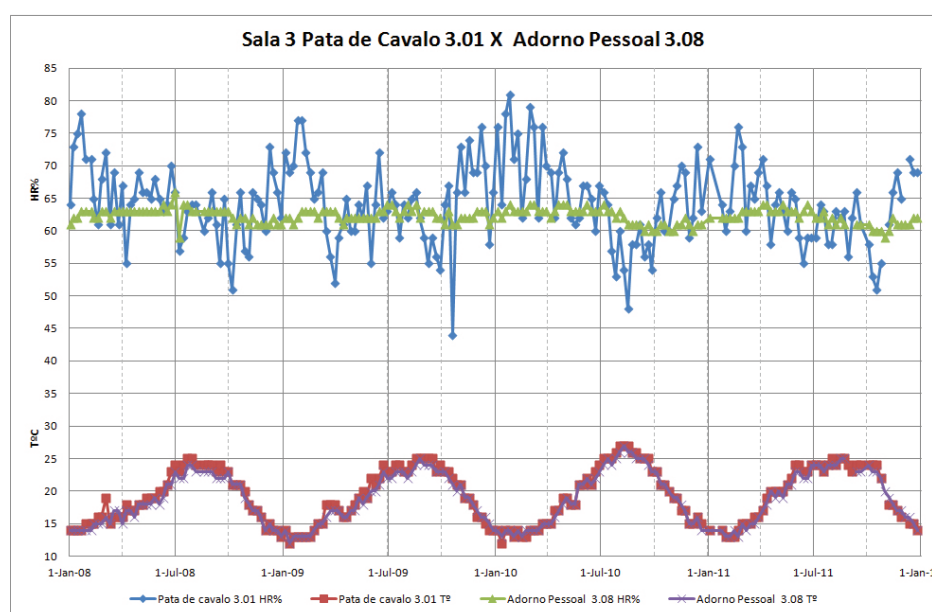


Fig.13 Gráfico sala 3: os dados meteorológicos apresentam-se com linha fina.

Na **sala 4** apenas foram monitorizadas duas vitrinas, as que continham metais. Neste estudo teremos apenas em conta a vitrina 4.05 por conter peças em ferro. A HR comporta-se de modo mais ou menos regular, com amplitudes anuais de 15%. O valor médio dos quatro anos é de 63,7% de HR e 19,3°C de temperatura. As peças aqui expostas apresentam-se em bom estado de conservação desde o tratamento realizado em 2005.

Desde o início da exposição permanente em 2007 foi necessário rever os tratamentos somente em quatro peças: uma de bronze na vitrina 3.10 e três em ferro na vitrina 3.02. Esta última contém madeira no seu interior, que pode ter atuado como poluente (TÉTREAULT, 2003:10). As alterações do estado de conservação podem dever-se a vários factores sendo eles: as condições intrínsecas da peça, material, condições de enterramento, tendo fragilidades que a primeira intervenção de conservação e restauro não colmatou na totalidade.

Isto, sem esquecer que os materiais continuam a evoluir, reagindo às condições envolventes.

Conclusão

Conclui-se com este estudo a susceptibilidade à sazonalidade das condições ambientais, tanto da temperatura como da humidade relativa. A temperatura varia de modo constante em todas os expositores, sendo a HR mais instável. Para uma aferição mais bem estruturada das influências dos diversos factores na conservação das peças será necessário um registo diário dos valores de temperatura e humidade utilizando também termohigrógrafo ou *dataloguer*. Estes dados podem ainda ser relacionados para além da meteorologia, com níveis de luminosidade natural e artificial e o volume de visitantes.

Neste estudo podemos verificar que os expositores que recebem luz natural indirecta registam o mesmo tipo de oscilação nas três salas. Sendo eles: Capacete (1.13) e Torques (1.14) na sala 1; Taça (2.01) na sala 2; Pata de Cavalo (3.01), Estatuetas (3.10) e Cultos (3.11) na sala 3. Todas elas recebem luz indirecta, na sala 1 e 2 proveniente dos lanternins voltados a SO, na sala 3 vindo do janelão voltado a lés-nordeste. Têm ainda em comum o facto de conterem poucas peças e possuírem dimensões reduzidas, que as torna possivelmente mais sensíveis à variação de condições exteriores.

As vitrinas que contêm madeira no seu interior, Símbolos de Poder (1.10) e Chaves (3.02), apresentam comportamento idêntico com pouca oscilação de HR. Como já foi referido a madeira está nestes casos a actuar higroscopicamente, controlando as flutuações. Mas a longo prazo poderá tornar-se fonte de poluição interna pela libertação de ácidos voláteis, prejudicando as peças metálicas (TÉTREAULT, 2003). Nestes casos, seria aconselhável a colocação de carvão activado ou alumina activada no interior da vitrina de modo a reduzir a existência destes poluentes (TÉTREAULT, 2003:45). A vitrina mais estável de todas é a Adorno Pessoal (3.08) na sala 3. Esta está colocada numa zona mais central da sala e a sua horizontalidade pode contribuir para uma maior estabilidade. Por outro lado a vitrina mais instável é a Pata de Cavalo (3.01) possivelmente por se encontra mais próxima do

janelão, e da sua influência, bem como pelas suas dimensões reduzidas, mais susceptível as variações ambientais exteriores.

Através dos dados recolhidos verifica-se que todos os expositores considerados estão tendencialmente a reduzir o nível de HR e a aumentar o valor de temperatura. As vitrinas que se encontram junto a zonas de iluminação natural sofrem maior variação das condições, tanto de amplitude da humidade relativa como de rapidez de variação semanal. A existência de luz natural, ainda que indirecta, nas salas do museu pode implicar variações de temperatura, não perceptíveis nos aparelhos utilizados, que vai tornar a humidade relativa irregular. As vitrinas mais centrais protegidas da luz natural são mais estáveis. A diferença de temperatura existente de uns expositores para outros em cada uma das salas pode ter também a ver com erros de registo dos próprios aparelhos. Em projectos como este, de exposição museológica, o uso de madeiras nos expositores deve ser restrito a objectos compatíveis com a sua utilização, evitando-se por isso nas vitrinas que irão conter metais. Idealmente todas as vitrinas devem estar protegidas da influência da luz natural.

A HR% média das vitrinas estudadas, situa-se entre 58% a 63% e a T° média não ultrapassa os 20°C. Embora os valores referenciados para a conservação de metais seja de 45% de humidade relativa (ERHARDT, 2011), há que ter em conta que estes convivem na maioria dos casos com outros materiais, o que torna estes valores medianos um bom compromisso (ERHARDT, 2011). As flutuações anuais de cerca de 10% de HR em 6 vitrinas, com sazonalidade de temperatura enquadram-se no nível de risco A para as colecções. Ou seja: *“pequeno risco de danos mecânicos para artefactos sensíveis (...) variações sazonais de HR de $\pm 10\%$, com subidas de 5°C e descidas de 10°C sazonais”*. As restantes vitrinas com flutuações anuais entre 20-25% de HR com temperatura não excedendo os 25°C enquadram-se no nível de risco C *“que simplifica as condições limites para amplitudes 25-75% de HR por ano, em que a temperatura não excede os 30°C”* (MICHALSKIN, 1999)

Como refere Elias Casanovas (CASANOVAS, 2008:93) por vezes as colecções habituem-se a condições à partida adversas à sua conservação por se encontrarem aclimatadas.

A não utilização de aquecimento, desde a abertura do museu, contribuiu para uma estabilização natural dos materiais com as condições ambientais exteriores às vitrinas. Ao comparar estes dados com os registos meteorológicos verifica-se ter sido uma boa opção, pois os acontecimentos exteriores reproduzem-se no interior a uma escala controlada, encontrando-se as peças em bom estado de conservação. Existem deste modo duas barreiras de protecção das colecções: o edifício e as vitrinas. Estas últimas não estão condicionadas nem por aquecimento nem por ar condicionado, apenas pela sua qualidade de construção. (CASANOVAS, 2008:89). Quanto mais próximo das condições ambientais exteriores estiverem os materiais, menor é a sua dependência de maquinarias, menor é também o gasto energético para se manterem conservados (THOMSON, 1986). Considerando que no universo de aproximadamente 400 peças metálicas (incluindo moedas) apenas quatro foram re-intervencionadas, é possível afirmar que as condições ambientais podem ser consideradas

favoráveis para esta coleção. Numa outra fase poderá ser interessante a realização de um estudo climatológico do comportamento do edifício, de modo a consolidar o conhecimento deste e relacioná-lo com a conservação dos objectos.

Referências Bibliográficas

CASANOVAS, Luís Efrem Elias. *Conservação preventiva e preservação das obras de arte*. Lisboa: Santa Casa da Misericórdia de Lisboa, 2008.

ERHARDT, David, MECKLENBURG, Marion. Relative Humidity re-examined. In *Preventive Conservation in Museums*. Department of Museum studies: University of Leicester, 2011. PP.339-354.

GUIMARÃES, Carlos, CARNEIRO, Luís. Soares. Projecto de Arquitetura e integração urbana do museu. In *Museu D. Diogo de Sousa Roteiro*. Lisboa: Instituto Português dos Museus /2005. Pp 13-17.

MICHALSKI Stefan. Leakage prediction for buildings, cases, bags and bottles. In *Studies in Conservation* No.39.1994. pp.169-186.

MICHALSKI, Stefan. «Setting Standards for Conservation: New Temperature and Relative Humidity Guidelines Are Now Published». In *CCI Newsletter, No. 24*. 1999. [Consulta: 18.06.2012]. [HTTP://WWW.CCI-ICC.GC.CA/CCI-ICC/ABOUT-APROPOS/NB/NB24/TEMPERATURE-ENG.ASPX](http://www.cci-icc.gc.ca/CCI-ICC/ABOUT-APROPOS/NB/NB24/TEMPERATURE-ENG.ASPX).

MICHALSKI, Stefan. Relative Humidity: a discussion of correct/incorrect Values. In *Preventive Conservation in Museums*. Department of Museum studies: University of Leicester, 2011. PP.355-366.

ORESZCZYN, Tadj. CASSAR, May. FERNANDEZ, Keith. *Comparative study of air-conditioned and non air-conditioned museums*. In IIC, Dresden 1994. Pp144-148.

PADFIELD, Tim. LARSEN, Paul. How to design museums with a naturally stable climate. In *Studies in Conservation*. ISSN 0039-3630. Vol. 49, n.º 2 (2004). Pp. 131-137.

THOMSON, Garry. *Relative Humidity: Variation with Temperature in a Case Containing Wood*. In *Studies in Conservation*, No. 9. 1964. pp.153 -169

THOMSON, Garry. *The museum Environment*. London 1986 Second edition.

TÉTREAU, Jean. *Airbone Pollutants in Museums, Galleries, and Archives: Risk assessment, control Strategies, and Preservation Management*. Canadian Conservation Institute:2003.

TISSOT, Isabel . O atribulado percurso do metal arqueológico: da escavação ao laboratório. In *Workshop Conservar em Arqueologia*. Porto : Associação Profissional de Arqueologia/ 2003, pp. 21-28.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à Fundação para a Ciência e Tecnologia, pela Bolsa de Investigação de Ciências e Tecnologia, à directora do Museu D. Diogo de Sousa Dr.^a Isabel Silva, bem como agradecer à equipa técnica do Laboratório de Conservação e Restauro do MDDS em especial à Dr.^a Isabel Marques e Dr. Vítor Hugo Torres, que recolheram estes dados ao longo dos anos. Agradeço ainda ao Instituto de Meteorologia pela disponibilização dos dados meteorológicos.

Currículo da autora

Micaela Viegas Bandeira Duarte – É bolseira de Investigação da Fundação para a Ciência e Tecnologia e desenvolve trabalho de conservação e restauro de bens arqueológicos no Museu D. Diogo de Sousa, prestando aconselhamento a outras instituições possuidoras de bens patrimoniais. Licenciada e mestre em Conservação e Restauro pela FCT-UNL, 2001-2007, possui especialização na área de conservação e restauro de materiais metálicos. Realizou na diocese de Braga o inventário de bens móveis de diversas igrejas, criando sempre que possível reservas adequadas às colecções existentes. Colaborou com o Museu Alberto Sampaio na área de Conservação Preventiva e estudo ambiental das salas de exposição.

Contacto: MICELAVIEGASDUARTE@GMAIL.COM