



## CONSIDERAÇÕES SOBRE O CONFORTO TÉRMICO EM MUSEUS E SALAS DE EXPOSIÇÕES

H. A. De Souza; E. F. Rodrigues; G. A. Santos & L. Pinheiro

Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas

Dept. de Técnicas Fundamentais

35400-000 – Ouro Preto/MG

fax: (31) 5511988

e-mail: [henor@em.ufop.br](mailto:henor@em.ufop.br)

*RESUMO Neste trabalho apresentam-se os principais critérios a serem utilizados para se adaptar um ambiente, tornando-o adequado para a exposição de obras de arte no que diz respeito à preservação das mesmas e às condições de conforto térmico aos usuários de exposições. O trabalho faz um levantamento quanto as exigências térmicas necessárias para um adequado condicionamento térmico de obras de arte em salas de exposições e museus visando sua preservação. A diminuição da umidade relativa do ar pode causar retração das obras de madeira enquanto o aumento da umidade relativa do ar pode causar o inchamento das peças. As variações de umidade relativa são, muito vezes, mais prejudiciais às coleções do que as variações de temperatura. Desse modo é muito importante ter-se critérios capazes de permitir as condições térmicas adequadas para as salas de exposições.*

*ABSTRACT This paper presents the main necessary criterions to adapt a thermal environment adequately to the conservation of works of art. The thermal necessary demands to preserve, store and display in the museums and rooms of exhibitions are discussed. It is observed the necessary conditions to thermal confort for the users of exhibitions, too. The maintenance of appropriated levels of temperature and relative humidity is required because the variations of these properties may cause damages for the collections of wood, specially.*

### 1 Introdução

A matéria de que são constituídas as coleções de obras de arte pode sofrer uma deterioração com o tempo devido a ação de agentes da natureza, químicos e/ou físicos. O clima é um dos agentes destrutivos mais importante e as variações de

umidade relativa e temperatura são muito prejudiciais às obras de arte. A diminuição da umidade relativa do ar pode causar retração das obras de madeira e o aumento da umidade relativa do ar pode causar o inchamento das mesmas. Este inchamento, decorrente do ganho de umidade poderá, por exemplo, promover o desprendimento de policromia e originar tensões em encaixes, que podem conduzir à ruptura, provocando fendas ou até grandes rachaduras. Portanto, é muito importante para a conservação das peças de madeira o domínio ou o controle da umidade relativa do ar, que conduz à retração ou inchamento e é necessário estabelecer critérios adequados para o estudo do comportamento climático de salas de exposição e museus.

Ouro Preto, cidade histórica de Minas Gerais, possui uma considerável variação climática, isto pode ser confirmado através de medições da umidade relativa e temperatura nas salas dos museus. A umidade relativa é uma variável importante no estudo do comportamento térmico de um ambiente e também uma fonte essencial de informação para quem deseja compreender porque as obras de arte começam a se deteriorar. Os efeitos causados pela umidade, pela radiação ultravioleta e pela poluição atmosférica são muito mais danosos para os acervos do que aqueles diretamente causados pelo aumento de temperatura. O controle da umidade relativa é fundamental porque a umidade além de atuar nas reações químicas de deterioração, afeta diretamente o teor de umidade dos materiais porosos e higroscópicos ocasionando mudanças dimensionais significativas. A distribuição de umidade afeta o desempenho de elementos construtivos das salas e das obras de arte, que estão nas mesmas, contribuindo à transferência de calor, para a formação de dilatações térmicas diferenciadas e fissuras, ao estado de tensões em que se encontra o material e à formação de microorganismos, alterando a durabilidade. A importância deste efeito está associada ao teor de umidade contida nos poros e, desse modo, às características de sorção e transferência de umidade nos materiais, (Carvalho, 1998).

## **2 O Ambiente de Exposição**

Geralmente todas as salas de um museu não possuem o mesmo clima, (Guichen, 1996). Algumas salas são úmidas, enquanto as outras são secas. As condições climáticas em algumas variam durante o dia, enquanto em outras permanecem estáveis. É evidente que algumas partes do museu serão naturalmente mais adaptadas à conservação de certas obras de arte, enquanto outras servirão para acomodar outros serviços (área de recepção, manutenção, facilidades educacionais, etc.). Será então importante analisar o comportamento climático do edifício e mapear as zonas em:

- Zona de umidade altamente estável
- Zona de umidade moderadamente estável
- Zona de umidade variável
- Zona de umidade pouco estável

As variações climáticas exteriores ao museu são transmitidas e reduzidas pelas diferentes zonas climáticas existentes no interior do museu. Um estudo para compreender o comportamento climático do museu possibilita:

- Atribuir as zonas mais estáveis às coleções mais sensíveis,
- Decidir se é necessário umidificar uma zona durante um certo período do ano,
- Decidir se é necessário desumidificar uma zona durante um certo período do ano,
- Melhorar o isolamento térmico do edifício,
- Melhorar a selagem das vitrines,
- Condicionar o clima do edifício, ou encontrar outra solução que permita que as coleções sejam exibidas nas melhores condições possíveis.

A Tabela 1 apresenta os valores de umidade relativa geralmente recomendados para vários tipos de materiais. Observa-se, na tabela uma larga faixa de umidade relativa empregada para os vários materiais utilizados em obras de arte. Estas obras de arte podem permanecer perfeitamente conservadas em um ambiente estável desde que não ocorra mudanças climáticas acentuadas. Uma súbita mudança de clima pode provocar o início de um processo envolvendo danos.

**Tab.1 Valores de Umidade relativa recomendados para alguns materiais (Arquivo Nacional, 1997).**

<b>Tipo de Material</b>	<b>Faixa de UR Aconselhável, [%]</b>
<b>Objetos inorgânicos</b>	0 – 45
- Metais, pedra, cerâmica	42 – 45
- Vidro sensível	45 – 55
- Fósseis	
<b>Objetos orgânicos</b>	
- Madeira, papel, têxteis, marfim, couro, pergaminho, pinturas, espécimes naturais	50 - 65
<b>Objetos provenientes de lugares úmidos</b>	
(antes do tratamento)	100
- Pedra, mosaicos, madeira, cerâmicas	

Um estudo foi realizado em três salas localizadas no Museu da Inconfidência em Ouro Preto, conforme mostra o esquema da Figura 1. O Museu da Inconfidência é um museu instalado na antiga Casa de Câmara e Cadeia da Antiga Vila Rica, situado no Morro de Santa Quitéria, atual Praça Tiradentes, região central da cidade de Ouro Preto. Este museu possui um grande destaque no acervo arquitetônico e cultural, assim como grande parte da cidade de Ouro Preto, que é tombada pelo Patrimônio Mundial da

Humanidade. Em função da sua posição central, os visitantes que chegam a cidade não deixam de visitá-lo, para se deslumbrarem com o seu valioso acervo histórico, que descreve toda a característica barroca, além da riqueza e costumes de um período áureo do país e da região, com grandiosas riquezas culturais.

⇒ Sala do Rosário - A Sala do Rosário está localizada no andar superior do Museu da Inconfidência. É a primeira sala do lado direito da escada de acesso ao segundo pavimento. Está voltada para a Praça Tiradentes. Esta sala possui duas grandes portas voltadas para o norte e duas grandes janelas voltadas para leste. Seu assoalho é de madeira nobre. Abriga peças de variados tipos e mobiliário em madeira, pratarias, telas com pinturas, instrumentos musicais, entre outros.

⇒ Sala Athayde - A Sala Athayde está situada no segundo piso do museu com acesso pela escadaria central, voltada para a Praça Tiradentes, do lado esquerdo da Sala do Rosário. Possui duas grandes janelas voltadas para o lado esquerdo, oeste, além de duas grandes portas voltadas para a praça Tiradentes. Com relação ao acervo histórico e cultural, nesta sala estão expostas peças em couro confeccionados pelo Mestre Athayde, além de mobiliário em madeira, obras em vidro e tecido.

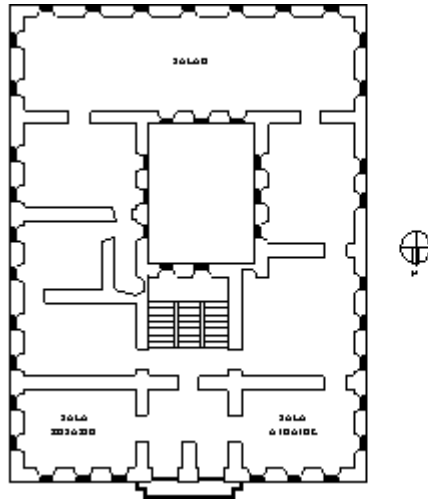
⇒ Salão - O Salão está situado, assim como as outras, no segundo piso do Museu da Inconfidência. Possui duas entradas de acesso, uma pelo lado direito e a outra pelo lado esquerdo, além de sete grandes portas voltadas para o fundo do museu e quatro grandes janelas, duas do lado direito, voltadas para Oeste, e duas do lado esquerdo, voltadas para leste. Quanto ao seu acervo, vários são os materiais utilizados nas peças que se encontram nesta sala, entre eles madeira, tecido, mobiliário em madeira, papel, prataria, louça, entre outros. É uma sala com grande ventilação devido às janelas voltadas para o pátio central do museu.

### **3 Controle da Umidade Relativa e da Temperatura**

Na escolha da localização dos aparelhos foram observadas recomendações, tais como, local de boa visualização; boa ventilação, porém sem que o vento incidisse diretamente no aparelho; existência de variabilidade de peças presentes nos recintos do prédio; a incidência de luz solar no local e os tipos de material de que são feitas as peças das salas, como objetos, móveis e obras de arte feitos em couro, vidro, tecido, madeira, etc. Os itens apresentados acima foram considerados com o objetivo de que as leituras marcadas nos aparelhos fossem as mais fiéis possíveis à realidade em que se encontra o ambiente.

Uma análise da evolução anual dos dados climáticos tais como as temperaturas médias, mínimas e máximas, os níveis de umidade, os índices pluviométricos, ventilação e insolação, dentre outros é uma condição imperiosa na avaliação de um correto condicionamento térmico natural para a preservação de obras de arte.

Os dados para a avaliação das condições de condicionamento e preservação de obras de arte foram medidos por instrumentos tradicionais, como termo-higrógrafos ao longo de vários meses, principalmente no segundo semestre de 1998. Esta técnica apresenta, dentre outros inconvenientes, a necessidade de substituição das folhas de registro e/ou a disponibilidade de tempo para a coleta dos dados (custo) e a dificuldade de análise dos dados a longo prazo.



**Fig. 1** Esquema de um pavimento do Museu da Inconfidência mostrando as salas em análise.

As características climáticas das salas em análise foram efetuadas, de acordo com o comportamento das curvas de umidade relativa e temperatura em épocas (meses) diferentes, sendo observadas a média diária e a média horária; e a comparação entre a curva das médias de precipitação pluviométrica e a curva das médias de umidade relativa .

As figuras 2, 3, 4 apresentam os principais resultados do estudo proposto, isto é, o comportamento da temperatura e da umidade relativa nas respectivas salas do Museu da Inconfidência. Estas figuras mostram os resultados da pesquisa realizada ao longo do segundo semestre de 1998. Observa-se que o comportamento das curvas de temperatura é similar para as três salas estudadas, embora uma delas tenha uma temperatura média um pouco mais elevada. Esta diferença está associada a variáveis como tamanho da sala, número de aberturas existentes em cada sala, áreas de circulação e posição das salas. Pode-se também observar, nestas figuras, que para os três ambientes a variação da umidade relativa com o tempo é mais acentuada, sendo constatado no período de análise que pode ocorrer ao longo do dia variações de até 20 %. Este fato vem reforçar a necessidade real de um maior controle das variações diárias da umidade relativa que tem uma maior influência no processo de deterioração das obras de arte expostas.

Os dados obtidos mostram que a umidade relativa, em ambos os ambientes analisados, apresenta uma grande variação e instabilidade diária. Desse modo, como a umidade relativa é um parâmetro importante no condicionamento de obras de arte em museus, é imperativo que haja um controle destas variações diárias da umidade relativa para uma melhor preservação das obras expostas.

Neste estudo foi observado também uma diferença entre os ambientes interno e externo. Este comportamento diferenciado pode estar relacionado ao fato de nos horários mais quentes do dia ocorrer possivelmente uma maior evaporação da umidade acumulada na área externa do prédio. Cabe lembrar que os meses durante a primavera e verão tiveram um maior índice de precipitação, propiciando uma umidade relativa mais elevada.

Um outro dado importante a ser observado em ambientes de exposições, onde pode haver um fluxo diário grande de visitantes, é a condição do conforto térmico do ambiente para os usuários. A adequação do ambiente de exposição, visando a preservação das obras de arte através de um condicionamento natural (ventilação natural e/ou forçada), deve ainda obedecer aos critérios de conforto aos usuários. Na Tabela 2 apresenta-se condições que são recomendáveis, no verão e inverno, em ambientes de exposições e que podem garantir a satisfação da maioria das pessoas.

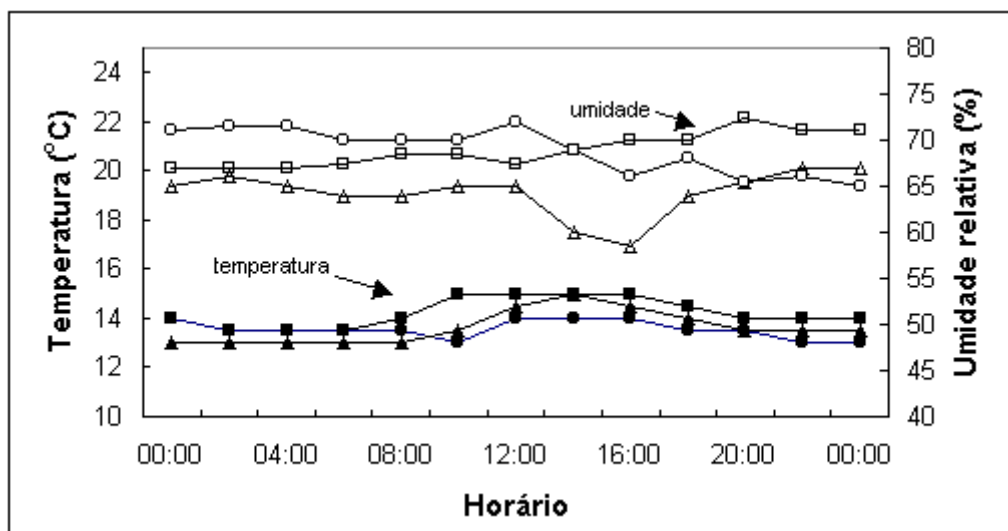


Fig. 2 Comportamento da temperatura e da umidade relativa na Sala Athayde em uma seqüência de três dias.

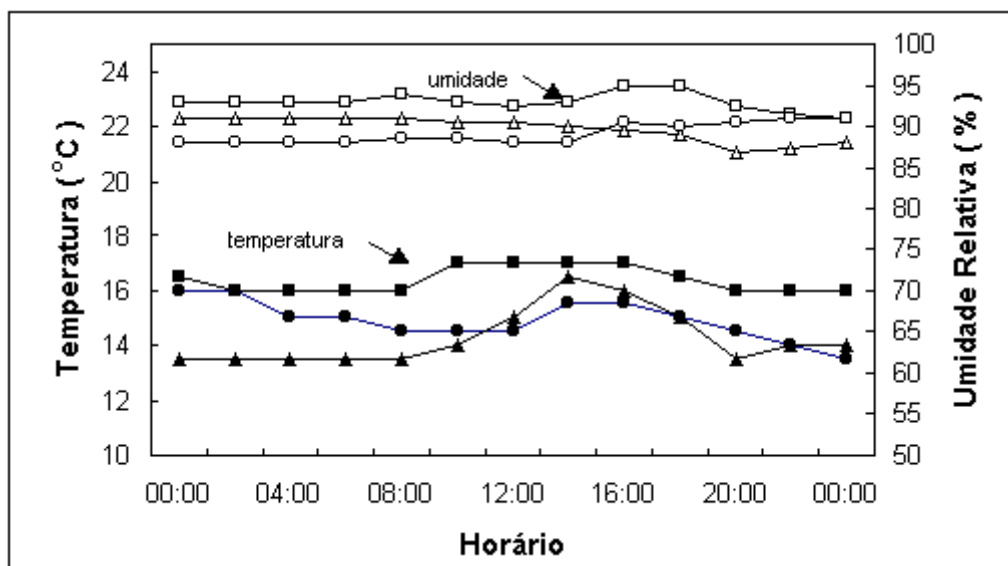


Fig. 3 Comportamento da temperatura e da umidade relativa na sala do Rosário em uma seqüência de três dias.

Tab. 2 Condições de Conforto Recomendáveis para Verão em Ambientes de Arte (Creder, 1996).

Local	Temperatura	Umidade Relativa
Depósitos de livros, manuscritos, obras raras	21 a 23	40 a 50
Museus e galerias de arte	21 a 23	50 a 55
Para inverno	20 a 22	35 a 65

Tendo em vista a considerável mudança climática, na qual a cidade de Ouro Preto vem sofrendo, é importante salientar que a realização de estudos da umidade relativa e de temperatura nas salas de museus podem ter uma grande importância para uma melhor conservação das obras de arte, uma vez que a retração volumétrica lenta e/ou a expansão volumétrica, em função das mudanças climáticas, podem constituir uma importante fonte para estudos muito relevantes na conservação das obras de arte do Museu da Inconfidência e/ou outras salas de exposição.

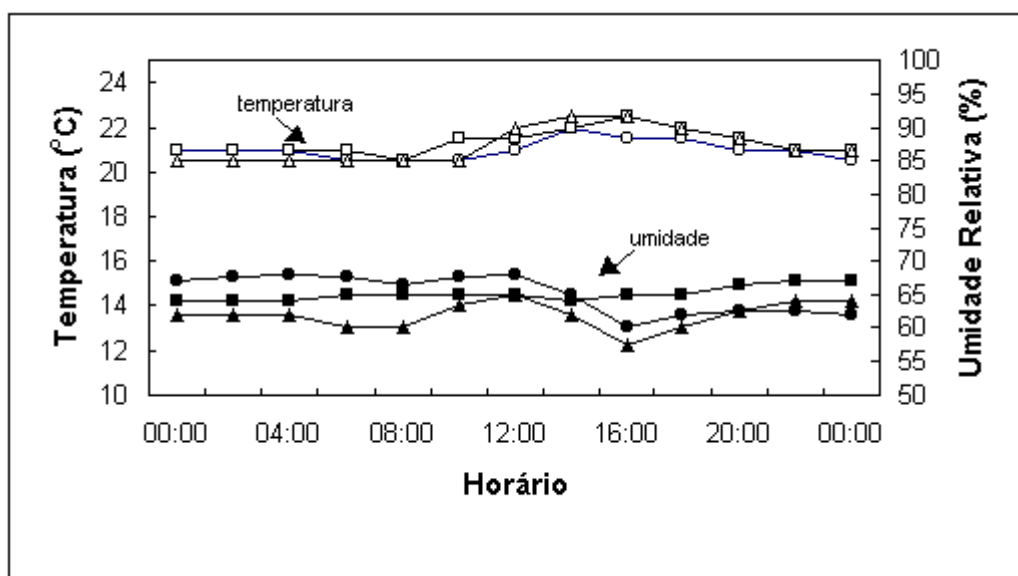


Fig 4 Comportamento da temperatura e da umidade relativa no Salão em uma seqüência de três dias.

#### 4 Conclusão

Para que haja um condicionamento natural em salas de exposições alguns critérios devem ser observados, a saber:

- controle da insolação através das aberturas, em certos períodos do ano;
- controle das fontes internas de calor com um projeto de iluminação adequado;
- controle da infiltração de umidade pelas paredes externas;

- controle da temperatura através de uma ventilação adequada natural e/ou forçada;
- posicionamento adequado das peças de arte em exposição.

Os dados obtidos mostram que existe uma grande variação diária de temperatura e umidade relativa em ambos os ambientes. Esta variação é mais acentuada, principalmente, em relação a umidade relativa. Isto mostra a necessidade da medição sistemática da temperatura e umidade relativa nos diferentes ambientes de exposições de obras de arte. Com uma instrumentação tradicional, como esta utilizada neste trabalho, seria muito difícil o controle e a análise dos dados a longo prazo. Uma primeira alternativa seria a utilização de registradores monitorados, os quais facilitariam a análise dos dados através de um programa específico de monitoração. Uma segunda alternativa, mais prática e mais eficiente, seria a utilização de um sistema de monitoramento térmico do ambiente através de sensores de temperatura e umidade relativa, que facilite a visualização e controle em tempo real, da temperatura e umidade relativa deste ambiente.

## **5 Referências Bibliográficas**

Arquivo Nacional (1997): Cadernos Técnicos. Projeto de Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos.

Carvalho, C. S. R. (1998): Preservação, Arquitetura e Clima. Anais do IX Congresso da ABRACOR (Associação Brasileira de Conservadores-Restauradores de Bens Culturais), Salvador, p. 282 – 288.

Creder, Hélio. (1996): Instalações de Ar Condicionado. Livros Técnicos e Científicos Editora, 5ª Edição, Rio de Janeiro, 373 p.

Guichen, Gäel. (1986): Climate in Museums, Roma: ICCROM, 1984. Climatização em Museus, Trad. Lindsley Daibert, CECOR/UFMG.