

CONFORTO AMBIENTAL PARA COLEÇÕES E PESSOAS: ESTUDO DE CASO*

ENVIRONMENTAL CONFORT FOR COLLECTIONS AND PEOPLE: CASE STUDY

WIVIAN PATRÍCIA PINTO DINIZ**
LUIZ ANTÔNIO CRUZ SOUZA***

RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia adotada para elaboração de sistemas expositivos em museus envolvendo uma abordagem integrada dos objetos (características físicas e vulnerabilidades à degradação), do comportamento ambiental e da relação deste contexto com critérios internacionais de conservação. Considerando a realidade do MHNJB, aborda a necessidade de se promoverem condições de preservação que atendam a duas demandas muitas vezes antagônicas: guarda e acesso. São sugeridos métodos práticos para diagnóstico das condições de conservação atuais e para utilização de sistemas de controle ambiental como mecanismo de preservação para coleções de museus em climas quentes e úmidos.

Palavras-chave: Conservação preventiva; Museografia; Coleções e preservação; Climatologia; Conforto ambiental.

ABSTRACT

This work presents a methodology adopted for exhibitions design systems in museums involving an integrated approach to objects (physical characteristic and vulnerability to degradation), the environment and the relation of this context to international criteria for conservation. Considering the reality of the MHNJB, it reflects the need of promoting preservation conditions which a priori could be considered antagonistic: preservation and access. Practical methods of conservation assessment are suggested and the use of environmental control systems as mechanism for the preservation of the collections in museums in hot and humid climates.

Keywords: Preventive conservation; Exhibition design; Collections and preservation; Climatology; Environmental comfort.

* Projeto de Pesquisa aprovado no Mestrado em Artes Visuais da Escola de Belas Artes/UFMG/2001.

** Arquiteta – PUC/PR. Especialista em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis – Cecor – Escola de Belas Artes/UFMG.

*** Doutor em Ciências – Química – Professor Adjunto DE R4. Professor de Fundamentos Científicos da Restauração e de Conservação Preventiva – Departamento de Artes Plásticas/Cecor – Escola de Belas Artes/UFMG.

O edifício de um museu e o seu entorno são os aspectos mais importantes no cuidado de uma coleção, visando desenvolver uma forma preventiva de conservação. Nos últimos anos temos visto muitos museus reconhecendo a necessidade de conhecer e controlar fatores ambientais como umidade relativa, luz, temperatura, microorganismos, infestações biológicas e contaminantes como estratégia de conservação preventiva para minimizar os efeitos destes fatores nos objetos. Em teoria, este controle pode ser obtido através de utilização de sistemas fechados para condicionamento do ar nos ambientes arquitetônicos internos, normalmente com recursos mecânicos, porém na prática controlar grandes ambientes através da utilização destes sistemas pode representar custos elevados, tanto para implementação quanto para funcionamento destes sistemas.

Observamos então uma necessidade gradativa de utilização de métodos que abordem mais amplamente o estabelecimento de condições ambientais em museus, atuando em escalas variadas desde o entorno da edificação, na própria edificação até nos sistemas de exposição. Esta abordagem implica na redução do volume espacial a ser submetido a formas de controle mais refinadas e evidencia a necessidade de abordagens técnicas e administrativas aliadas à compreensão de como esta preservação pode ser afetada pela forma de uso, dentro e fora do museu para uma efetiva gestão de conservação preventiva.

Este amplo enfoque de preservação é reconhecido pelo Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, quando coloca à disposição para este estudo de caso sua exposição permanente do acervo de Paleontologia. Neste trabalho é considerada a análise dos fatores ambientais do seu entorno e da edificação que abriga a exposição, bem como das características materiais dos objetos que integram a coleção como premissa para reflexão e definição de critérios realistas de conservação, que por sua vez balizarão a definição dos sistemas expositivos através

da especificação dos seus materiais construtivos e recursos para condicionamento e controle ambiental.

ESTADO DA ARTE

Ao desenvolver este trabalho tomaremos como base conceitual o amplo enfoque das ciências da conservação, tornando-se expressiva a definição de conservação preventiva apresentada por Cassar, em 1995, onde fica evidente a necessidade de integração entre dois aspectos distintos, o técnico e o organizacional, para uma efetiva gestão de conservação preventiva:

Conservação preventiva: Termo usado para descrever a ampla atividade que é cuidar de uma coleção de museu. Esta atividade requer tanto habilidades técnicas quanto gerenciais, e uma compreensão de como a preservação pode ser afetada pelo modo que a coleção é utilizada pela comunidade, dentro ou fora do museu. (Cassar, 1995)

Esta definição de Cassar expõe claramente o conceito adotado na presente pesquisa, considerando o estudo dos fatores ambientais do entorno e da edificação, bem como as características materiais dos objetos que integram a coleção como premissa para reflexão e definição dos critérios de conservação, que por sua vez balizarão a definição dos sistemas expositivos através da especificação dos seus materiais construtivos e recursos para condicionamento e controle ambiental. As ponderações de Cassar sobre controle climático passivo de ambientes são reconhecidamente os trabalhos de referência em relação à gestão ambiental de patrimônio cultural. A autora aborda a ampla atividade de preservar coleções de museus, considerando a necessidade de abordagens técnicas e administrativas aliadas à compreensão de como esta preservação pode ser afetada pela forma de uso, dentro e fora do museu. As potencialidades do uso de métodos passivos e autônomos de controle ambiental para a execução de vitrines de exposição têm sido apontadas por Cassar como um recurso muito interessante no sentido de promover uma alternativa mais realista na gestão ambiental de bens culturais, apontando estes recursos como possibilidades de redução de custos de instalação e manutenção, e principalmente do impacto que os sistemas mecânicos causam quando são instalados nas edificações. No caso do uso destes sistemas mecânicos em vitrines, o controle fica mais difícil porque estes não são normalmente dimensionados para pequenos ambientes, portanto tornam-se sempre sistemas superdimensionados que foram adaptados a pequenos ambientes, dificultando a afinação do seu funcionamento.

Citando Stolow (1987), e Cassar (1995), uma vitrine atua como barreira para as condições ambientais, estabilizando as flutuações de umidade relativa e

temperatura. Normalmente não são encontrados parâmetros genéricos para auxiliar usuários e executores de vitrines para especificá-las em termos da sua performance ambiental. No entanto é fundamental que, tanto no caso de se executarem vitrines novas quanto em reutilizar vitrines existentes, se estabeleça o nível de proteção ambiental que este microclima deve promover. Para isto alguns tópicos devem ser considerados:

- Troca de ar: a melhor maneira de avaliar a capacidade de tamponamento de uma vitrine é através da sua velocidade de troca de ar; quanto mais baixa esta velocidade, mais estável é o ambiente dentro da vitrine. O método Período de meia-vida (Thomson, 1977, p. 85-102) é uma forma de avaliação da performance ambiental de uma vitrine. Este método é barato e prático para qualquer museu com acesso a aparelhos medidores de umidade relativa, submetendo o aumento de umidade dentro da vitrine sob avaliação. Quando temos uma vitrine mista, com diversas tipologias de objetos, devemos atender aos requerimentos ambientais dos objetos mais vulneráveis. No ponto mais baixo da escala de proteção, alguns objetos somente necessitarão de proteção física contra danos acidentais e/ou vandalismo.
- Materiais seguros e testados: substâncias voláteis e outros contaminantes gasosos são comuns na maioria dos ambientes internos, sendo muitas vezes diluídos pela frequência de troca de ar por um bom sistema de ventilação. Porém, dentro de uma vitrine onde a troca de ar esteja mantida em níveis reduzidos estas concentrações podem se elevar. Todos os materiais utilizados nas vitrines devem ser quimicamente estáveis e não corrosivos. Alguns tipos de madeira, materiais compostos, adesivos, selantes, tintas e vernizes podem emitir substâncias nocivas para uma grande faixa de materiais e devem, portanto, ser testados antes de serem definitivamente utilizados.

Quanto ao estabelecimento dos critérios de conservação, podemos identificar em inúmeros trabalhos o reconhecimento destes critérios como etapa fundamental para definição de qualquer sistema expositivo. Para que estes critérios sejam identificados é necessária uma investigação das condições dos objetos, sua vulnerabilidade em relação aos fatores ambientais e como podem ser mantidos em segurança em relação a estes fatores (Stolow, 1987; Thomson, 1997). Além destes aspectos relativos aos objetos, é fundamental a identificação e avaliação das condições ambientais atuantes no local onde os objetos serão acondicionados para que as soluções propostas possam estar o mais próximo possível da realidade institucional (Cassar, 1995; Exhibition Conservation Guidelines, 1998).

Quanto à especificação dos critérios climáticos, podemos encontrar em poucas bibliografias internacionais (Howie, 1979; Collins, 1995) a indicação para acondicionamento de material paleontológico em condições ambientais de 45% e

55% de umidade relativa e temperatura entre 15 e 25 °C, com flutuações diárias mínimas, limite baseado em materiais mais sensíveis como osso subfossilizado e material piritico. Ainda de acordo com estas indicações bibliográficas, o ar deve ser filtrado para particulados, como também no caso de ambientes com presença de poluentes como dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, ozônio e sulfeto de hidrogênio. As faixas de UV devem ficar nos níveis mais reduzidos possíveis e a luz visível deve ser mantida abaixo de 500 lux por causa dos efeitos do aquecimento pela radiação infravermelho. No caso específico das múmias estes valores devem chegar a no máximo 50 lux. Outros fatores de risco como vibração e impacto, vandalismo, manipulação e montagem também são comentados nestas bibliografias. Ressaltamos que, ao mesmo tempo em que estes pesquisadores indicam estes critérios como adequados, esclarecem em relação à realidade da instituição e as condições próprias e autônomas para manter sistemas complexos que visem estabelecer estes critérios, na medida em que devem ser ponderados em vistas desta realidade contextualizada. Este questionamento é um dos objetivos desta pesquisa, ou seja, pretendemos estabelecer um diálogo entre os critérios internacionais e a realidade das instituições brasileiras que abrigam acervos, considerando verbas disponíveis e possibilidades de manutenção a longo prazo dos sistemas expositivos que forem adotados.

No plano acadêmico, estes estudos aqui citados geraram informações que vêm sendo disponibilizadas para conservadores/restauradores no que concerne às vantagens desta abordagem em relação às que tradicionalmente atendem às necessidades de climatização em ambientes com bens culturais, como o uso de sistemas de ar condicionado sem compatibilização com as condições ambientais naturais do local e da edificação.

No que se refere ao contexto tecnológico esse tema está favorecendo o desenvolvimento de sistemas expositivos mais autônomos com utilização voltada para o mercado da conservação preventiva em museus. Atualmente existem materiais disponíveis no mercado que serão testados nos experimentos, visando inclusive avaliar o que temos no mercado brasileiro e servindo de referência técnica para montagens de exposições, tanto para conservadores, museógrafos, arquitetos ou qualquer outro profissional envolvido com estas montagens.

CONTEXTUALIZAÇÃO DO MUSEU PARA ESTUDO DE CASO

O Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG-MHNJB está localizado na rua Gustavo da Silveira, 1.035, bairro Santa Inês, cidade de Belo Horizonte, MG. Torna-se órgão suplementar da Reitoria a partir de 1986 com Regimento Interno aprovado em 1994. Desenvolve trabalhos nas áreas de pesquisa científica, Museologia e Extensão, além de programas de Educação Ambiental.

Apresenta atualmente duas exposições temáticas: Paleontologia e Mineralogia, além do Presépio do Pípiripau e Sala de Ciências.

Seu acervo é composto por coleções de Geologia, Zoologia, Botânica, Arqueologia, Etnografia, Arte Popular e Obras Raras, inserido em uma área de 640.000 m². Conta ainda com um Jardim Botânico com uma mata que preserva diversas espécies dos ecossistemas do Brasil.

Considerando a realidade climática atuante no local do MHNJB, juntamente com aspectos institucionais comuns aos setores públicos ligados à gestão de patrimônio cultural, identificamos alguns fatores que favorecem a forma de atuação para uma efetiva conservação preventiva já amplamente discutida neste trabalho, ou seja, através da análise integrada dos fatores ambientais e dos objetos. São estes os fatores:

- A realidade financeira da maioria das nossas instituições públicas demanda soluções técnicas de baixo custo, tanto de implementação quanto principalmente de manutenção.
- Os critérios internacionais de conservação não são adaptados à realidade climática do Brasil, exigindo comumente a adoção de sistemas ativos para estabelecimento destes critérios. Identificamos na bibliografia internacional (Howie, 1979; Collins, 1995) a especificação de índices entre 45% e 55% para umidade relativa e temperatura entre 15 e 25 °C como valores adequados para acervos de Paleontologia, similares ao encontrado no MHNJB.
- Se compararmos estes índices com os dados¹ da estação climática divulgados pelo Cetec, localizada perto do museu, verificaremos que os níveis de umidade relativa anuais entre 70% e 85% e temperatura média anual de 21,2 °C estão inadequados em relação à faixa considerada pelos critérios internacionais, principalmente em relação à variação de umidade relativa. Para dar maior complexidade a ponderações sobre estes critérios, é consenso geral que níveis elevados de umidade relativa e temperatura aceleram a degradação química dos materiais, além de proporcionar ambiente adequado para proliferação de insetos, fungos e microorganismos.

Em vistas destes argumentos, a adoção de intervenções climáticas que utilizam sistemas mecânicos ativos partindo de soluções convencionais da engenharia mecânica, utilizadas normalmente para conforto humano e sem ponderações sobre o impacto destes sistemas na edificação deve ser revista. Estes sistemas geram resfriamento do ambiente, porém muitas vezes sem troca de ar ou outras vezes sem considerar os níveis elevados de umidade relativa. É óbvio ainda que à medida que a complexidade dos sistemas aumenta, os custos de implementação e manu-

¹ Normais Climatológicas para a estação do Horto, período de 1976 a 1985.

tenção também se elevam. As conseqüências são óbvias também, pois a maioria dos sistemas projetados desta forma ficam desligados ou sem manutenção regular.

Imaginemos que nas condições naturais do ambiente do MHNJB os valores médios de umidade relativa e temperatura estão na faixa de 80% e 25 °C respectivamente, e precisamos montar uma vitrine para um objeto paleontológico dentro dos critérios internacionais. A solução técnica convencional seria a utilização de um sistema ativo para secagem e resfriamento do ar, demandando uma manutenção complexa e constante. Consideremos ainda que, em caso de pane mecânica haverá um reflexo imediato nos objetos, na medida em que o sistema expositivo proposto não utiliza intencionalmente a ação passiva dos seus materiais como recurso de inércia térmica do sistema para retardamento deste reflexo. É exatamente neste ponto que pretendemos atuar, sugerindo a integração entre sistemas mecânicos com ênfase na troca de ar e ventilação e considerando os comportamentos dos materiais ditos tampão,² que permitem uma estabilização das variações climáticas nos ambientes onde estão inseridos, se corretamente utilizados.

Além destas questões climáticas, reconhecemos ainda fatores específicos que contribuem para a relevância deste trabalho no MHNJB, na Coleção de Paleontologia:

- Trata-se de uma das primeiras coleções a compor o acervo permanente da UFMG, representando uma fauna típica de Minas Gerais que se extinguiu há cerca de 10.000 anos. É constituída basicamente de material fossilizado (mineralização total/parcial), mumificados e réplicas;
- Trata-se de uma coleção utilizada com duas funções distintas, para pesquisas científicas e para o público em geral, principalmente crianças em período escolar. Portanto a concepção dos sistemas museográficos deve considerar o acesso diferenciado destes dois públicos ao acervo.
- O MHNJB está implantado em uma área caracterizada como reserva ecológica, apresentando ecossistemas naturais que devem ser preservados mas que em contrapartida são por concepção inadequados para alguns tipos de coleções de museu (presença intensa de insetos, animais e microorganismos).

O trabalho então contempla a avaliação e desenvolvimento de sistemas expositivos para a coleção de Paleontologia do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, considerando o estudo sistemático dos seus objetos para identificar suas características materiais e vulnerabilidades a fatores externos de degradação,³ bem como da identificação destes fatores no ambiente e a relação

² Material tampão é um termo reconhecido nas ciências químicas para descrever materiais reguladores para estabilização de sistemas, através de mecanismos de captura ou doação ao sistema de propriedades que deverão ser efetivamente estabilizadas.

³ Temperatura, umidade relativa, material particulado e poluentes, organismos biológicos, materiais reativos e luz.

desta realidade com os critérios indicados internacionalmente, obtendo assim referências práticas sobre como executar e principalmente manter estes sistemas adequadamente. Este trabalho contribui como uma referência para conservadores de museus, museógrafos e arquitetos, na medida em que utiliza para estudo de caso uma relevante coleção utilizada em pesquisas científicas pela UFMG, sob guarda permanente e abrigada em um microclima urbano diferenciado do clima regional, com valores de temperatura e umidade relativa elevados praticamente durante todo o ano.⁴

O estabelecimento dos microambientes nos protótipos a serem propostos deve ser fundamentado em critérios ambientais para conservação identificados como adequados para a manutenção do acervo paleontológico nas condições ambientais do MHNJB e na utilização de materiais construtivos adequados para a elaboração de um sistema de exposição. A avaliação do comportamento ambiental dos protótipos irá considerar o uso de materiais tampão e de materiais não permeáveis para gases e umidade, os quais permitem estabelecer condições ambientais direcionadas para a conservação de bens culturais ali abrigados.

METODOLOGIA GERAL – ETAPAS DE INVESTIGAÇÃO

1. Identificar os fatores ambientais do entorno e da edificação que interferem no comportamento climático natural.
2. Identificar os objetos da coleção, visando reconhecer suas características materiais e vulnerabilidades a fatores de degradação.
3. Estabelecer os critérios de conservação que serão adotados nos sistemas expositivos.
4. Propor protótipos de vitrines semi-seladas em função da troca de ar controlada por ventilação forçada, natural ou infiltração de ar e da utilização de materiais tampão para estabilização climática.
5. Testar o comportamento das vitrines com vistas ao estabelecimento dos critérios de conservação preventiva, através da aplicação do modelo matemático de Thomson (1977, p. 85-102) em um clima quente e úmido.

METODOLOGIA ESPECÍFICA

Experimental 1 – levantamento de dados

Visa cumprir as etapas 1, 2 e 3 da metodologia geral, que é identificar os

⁴ Próprio de clima quente e úmido, propenso a desenvolvimento de fungos e microorganismos.

fatores ambientais e os objetos das coleções para definir os critérios que serão adotados nos sistemas expositivos.

Identificação dos objetos e coleções

É essencial que o avaliador tenha informações básicas sobre os antecedentes dos objetos antes de fazer a vistoria no local. Se tiver antecipadamente o maior número possível de informações, estará mais bem preparado para fazer um exame e uma análise abrangentes das áreas potencialmente críticas quando estiver no local. As informações que devem estar previamente identificadas são: número de objetos; fichas de entrada dos objetos contendo: quem montou a coleção, origem do objeto, localidade geológica, método de coleta, data, número do objeto; planta do local de exposição e informações sobre sistemas complementares de climatização, com rotina de funcionamento e especificação técnica dos aparelhos.

Durante as vistorias são realizados exames organolépticos⁵ com manipulação cuidadosa e coleta de amostras para exames laboratoriais mais específicos. Nesta etapa é possível a identificação de: brilho, cor, rigidez, densidade, textura, constituição material, composição química, estado de conservação e evidências de fatores de degradação ativos.⁶ As vistorias, juntamente com entrevistas no local, fornecem ainda informações sobre o tipo e uso da coleção, políticas e sistemas de exposição, formas de uso e manuseio, rotinas de manutenção e formas de acesso aos objetos.

Com estas informações prévias já é possível identificar a necessidade de conservação dos objetos, balizando os critérios de conservação⁷ que serão incorporados aos sistemas de exposição. Portanto, os critérios de conservação consideram a necessidade de conservação de cada objeto, suas vulnerabilidades e o estabelecimento destes critérios dentro de parâmetros necessários e realistas para a exposição. Sabemos que a maioria dos objetos de museus são susceptíveis a alterações geradas por variações na temperatura, umidade e luz, e muitos são afetados por poluentes atmosféricos e vibração. O material paleontológico é mais sensível às variações de temperatura e umidade porém, em menor extensão, os outros fatores devem ser considerados. Portanto, analogias entre os critérios internacionais e as necessidades de conservação diagnosticadas nas vistorias devem ser realizadas para estabelecer um parâmetro entre estes critérios e a realidade onde se atua.

Edificação

Conforme já foi dito, o comportamento e a reação térmica da edificação têm grande influência sobre a temperatura interna e, por essa razão, sobre a con-

⁵ Com uso de lupas ou a olho nu.

⁶ Temperatura e umidade inadequadas, poluentes atmosféricos, vibração e luz excessiva.

⁷ Segurança física; proteção contra incêndio e sinistros; proteção contra organismos biológicos; controle ambiental interno para umidade relativa, temperatura e poluentes e controle de iluminação.

servação das coleções e sobre o conforto fisiológico dos funcionários e visitantes do museu. Os principais fatores que atuam no comportamento interno de um museu são simples, porém a interação entre eles é complexa por causa da relação entre a temperatura do ar e o vapor de água presente.

Um primeiro aspecto que deve ser considerado para se compreender esta relação é o estudo das propriedades e do comportamento das misturas de ar e vapor de água, chamado psicrometria. Uma carta psicrométrica demonstra as mudanças climáticas de um ambiente estudado se dados suficientes forem fornecidos e portanto pode auxiliar com informações técnicas sobre como o ar está respondendo a variações de pressão, conteúdo de vapor de água e temperatura, e assim assistir na especificação de sistemas de condicionamento do ar.

A inércia térmica de uma edificação é outro aspecto e representa a habilidade deste sistema construtivo em equilibrar os efeitos térmicos combinados, sob influência das mudanças climáticas externas, ganho solar, ganho térmico interno gerado pelas pessoas e fontes internas de iluminação. A identificação do comportamento térmico do museu pode levar à adoção de estratégias adequadas para controle da temperatura interna e da umidade relativa a ser atingida.

Para um reconhecimento mais amplo das variáveis que atuam no comportamento do sistema representado pela edificação, é necessário ainda investigar aspectos tais como: tipologia construtiva (reação a temperatura e características térmicas da construção), patologias construtivas (sinais de umidade excessiva nos telhados e paredes, ventilação e filtração do ar interno (ventilação mecânica, circulação adequada de ar), entrada de luz natural (aberturas) e ventos atuantes.

Aspectos de infra-estrutura também são avaliados para complementar as indicações referentes ao gerenciamento institucional do museu, na medida em que estes aspectos interferem no comportamento da edificação que está sendo analisado: acesso de visitantes e pesquisadores, resistência estrutural da edificação (sinistros, excesso de carga), sistemas de detecção contra roubo, incêndio e inundações, sistemas de proteção contra pragas e infestações biológicas e resistência física contra invasão e ainda aspectos de manutenção rotineira (limpeza e manutenção predial).

Todas estas informações são levantadas inicialmente através de vistorias, entrevistas com o pessoal técnico, vigilantes, faxineiras e coleta de amostras para identificação de materiais construtivos e/ou patologias em laboratório.

O comportamento climático do microclima é identificado através de monitoramento com aparelhos como termohigrômetros, termohigrógrafos ou dataloggers, obtendo assim dados que serão utilizados na simulação em planilha eletrônica.

Esta simulação tem o objetivo de verificar a inércia térmica e troca entre ambientes macro e micro. Para realização desta simulação é necessário que alguns dados sejam fornecidos sobre as envoltórias que têm maior responsabilidade na transmissão térmica:

- Áreas e volumes, características físicas e geométricas de vedações, aberturas, forro e cobertura.
- Número de pessoas; tipo de atividades exercidas e período de ocupação.
- Equipamentos e instalações de iluminação artificial.
- Dados climáticos locais relativos à incidência de radiação solar, temperatura, umidade, ventos.

A simulação de variações quanto ao uso da edificação, como por exemplo grupos de visitantes que geram impacto nos índices de umidade e períodos sem uso, também pode ser considerada pela planilha eletrônica, incrementando o aspecto realístico desta simulação. Com esta etapa concluída, é possível obter as seguintes informações:

- Ajuste das características dos materiais construtivos para a otimização de desempenho climático.
- Estimativa da carga térmica a partir do tratamento dos ambientes para melhor desempenho climático.
- Orientação para seleção de sistema artificial de condicionamento de ar.
- Especificação de materiais e acabamentos, isolamento dos poluentes e barreira de umidade.

Entorno

A performance de uma edificação é afetada pelas condições climáticas. Portanto, uma boa compreensão dos mecanismos que direcionam as alterações climáticas pode auxiliar no planejamento das alterações físicas no museu, permitindo o reconhecimento do seu comportamento ambiental natural e assim redirecionando usos mais adequados aos ambientes.

Os meteorologistas examinam o clima segundo três diferentes escalas: clima regional, envolvendo sistemas de identificação climática com centenas ou milhares de quilômetros dentro da escala global; clima local, lidando com escalas de avaliação entre 20 e 250 quilômetros, e o microclima, abrangendo algumas dezenas de metros a partir de um local específico. Nesta escala a edificação e seu entorno representam um significativo efeito, criando variações locais de temperatura e movimentos de ar, muitas vezes na forma de correntes e turbulências.

Os dados referentes às duas primeiras escalas climáticas, relativos a temperatura, umidade relativa, pluviometria, radiação solar, nebulosidade e movimentação de ventos, podem ser levantados através de estações meteorológicas, mantidas por órgãos como por exemplo o Departamento Nacional de Meteorologia, editados com o título de "Normais Climatológicas" no período de 30 anos.

Na escala do microclima, fatores locais como: qualidade do ar (partículas, poluentes e insetos), vegetação e construções a volta do museu (prédios vizinhos, calçamento e fontes de água) influenciam diretamente o comportamento ambiental que está sendo investigado, na medida em que o contexto do edifício

do museu pode afetar significativamente o meio ambiente interno. A qualidade do ar é uma consideração crítica no momento de implementar estratégias de ventilação, principalmente quando a filtração mecânica não for viável e pode ser investigada segundo metodologias específicas, comuns a áreas técnicas que trabalham com qualidade do ar, com a empresa Purafil, por exemplo.

Prédios vizinhos e calçamentos podem impedir a ventilação, modificar a drenagem do terreno pelo aumento do escoamento da água da chuva ou retardar a remoção da água da superfície, refletir luz para o edifício, reter calor, ou elevar as temperaturas locais. Pátios de estacionamento ou construções adjacentes destinadas a determinados usos podem aumentar o trânsito local de veículos e, conseqüentemente, a quantidade de vibração e poluição, especialmente a causada por motores em marcha lenta.

A vegetação e o paisagismo têm implicações benéficas ou deletérias importantes para o meio ambiente interno e o risco a que as coleções estão expostas. A vegetação e o paisagismo podem facilitar a filtragem natural de poluentes, fornecer sombra em função da radiação solar, afetar a ventilação e velocidade do vento, retardar a evaporação e conseqüente eliminação da umidade, ou mesmo provocar a elevação dos níveis locais de umidade, facilitando a proliferação de insetos e microorganismos quando sua decomposição for permitida.

O clima nesta escala climática deve ser monitorado pontualmente através dos mesmos aparelhos que foram utilizados no monitoramento dentro da edificação, visando estabelecer uma relação entre os dois ambientes.

Experimental 2 – elaboração dos protótipos

Visa elaborar e detalhar o projeto de protótipos para os sistemas expositivos e testar a eficiência destes sistemas em relação a sua performance ambiental pretendida pelos critérios de conservação, além de verificação experimental da troca de ar.

O modelo genérico matemático utilizado (Thomson, 1977, p. 85-102) visa simular a eficiência dos sistemas expositivos propostos e validar teoricamente estes sistemas, considerando as amplas e estabelecidas pesquisas de Thomson em relação à estabilização e/ou redução dos níveis de UR em vitrines não-herméticas, demonstrado experimentalmente por ele através deste método. Consideramos por concepção que este modelo se ajusta a esta proposta por ter sido utilizado por Thomson com a mesma finalidade, porém em condições climáticas da Europa, Estados Unidos e Índia. Vale ressaltar que a utilização deste método em clima típico do Brasil, especificamente na região de Minas Gerais, é inédito e de relevante importância, haja vista a importância do patrimônio cultural sob tutela de diversas instituições culturais neste Estado.

Elaboração do projeto gráfico detalhado e especificação técnica dos materiais que definirão a performance climática dos sistemas expositivos

O projeto dos protótipos deve responder aos seguintes aspectos gerais:

- Desenho de soluções apropriadas, através de compatibilidade com os critérios de conservação estabelecidos e com o projeto museográfico.
- Reconhecimento das condições ambientais atuantes, considerando todo o processo de investigação apresentado nos tópicos Edificação e Entorno.
- Conservação e desenho da vitrine, considerando estabilidade, segurança e acesso de manutenção.
- Microclima da vitrine, considerando o uso de recursos para troca de ar; métodos de controle de umidade (uso de materiais tampão) e recursos para controle de contaminantes (uso de materiais absorventes e filtros).
- Materiais para execução das vitrines, considerando materiais apropriados para a conservação dos objetos e evitando o uso de adesivos e solventes inadequados à tipologia dos objetos.
- Manutenção rotineira da vitrine, considerando a elaboração de um manual de manutenção e o monitoramento das condições ambientais dentro da vitrine.

Aplicação do modelo matemático e testagem da troca de ar estabelecida pelo critério de conservação

Utiliza uma fórmula extraída com suporte experimental para prever as mudanças de UR dentro de uma vitrine de exibição não-selada contendo um tampão como sílica-gel. Esta fórmula demonstra que uma vitrine bem construída, contendo por exemplo cerca de 20 kg de sílica-gel por metro cúbico de volume da vitrine, pode controlar variações sazonais de umidade dentro de um limite razoável e em alguns climas pode tornar o condicionamento mecânico de ar desnecessário. No entanto a fórmula proposta requer testes práticos em todos os níveis antes de ser adotada, que serão acompanhados e registrados visando confirmar a tese matemática.

A troca de ar pode ser testada através da técnica de traço gasoso. Esta técnica é utilizada para verificação da velocidade do ar em sistemas abertos, utilizando fumaça ou gases. A medição é feita monitorando a variação no nível de concentração do gás ou cronometrando a velocidade do movimento no caso da utilização de traço sólido.⁸

⁸ ASHRAE Hand Book: Fundamentals, American Society of Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., 1993; Capítulo 13, página 13.13.

INTEGRAÇÃO COM OUTRAS PESQUISAS

Esta pesquisa integra a Rede Ciências, Tecnologia e Conservação Integrada de Bens Culturais-Recicor, aprovada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq no ano de 2002, dentro do núcleo "Lacior-Laboratório de Ciências da Conservação". A rede é coordenada pelo Prof. Dr. Luiz A. C. Souza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSE, Timothy. *Managing news museums: a guide to good practice*. Edinburgh: Scottish Museums Council, 1993.
- ASHRAE Hand Book: *Fundamentals*, American Society of Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., 1993.
- CASSAR, May. *Environmental management; guidelines for museums and galleries*. London: Roudledge, 1995.
- CASSAR, May. *Museums environment energy*. London: May Cassar Editor, 1994.
- CHILD, A. M. Microbial thaphonomy of archaeological bone. *Studies in Conservation*, 40, p. 19-30, 1995.
- COLLINS, Chris. *Care and conservation of palaeontological material*. London: Butterworth-Heinemann, 1995.
- COSTA, Lucio. Razões da nova arquitetura. In: *Registro de uma vivência*. São Paulo: Empresa das Artes, 1995.
- HOWIE, F. M. P. Museum climatology and the conservation of palaeontological material. *Curation of Palaeontological Collections, Special Papers in Palaeontology*, 22, p. 103-125, 1979.
- MICHALSKI, S. *Relative Humidity: a discussion of correct/incorrect values*. Icom: Comité pour la conservation, 10ème réunion triennale, Washington August 1993, Preprints.
- RAPHAEL, Toby. *Exhibit conservation guidelines*. 1998. Hapers Ferry Center – National Park Service. CD-Rom.
- SILVA, Edna Lúcia da. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2000. Catalogação na fonte pelo Departamento de Ciência da Informação da UFSC.
- SOUZA, L. A. C. A importância da conservação preventiva. *Revista da Biblioteca Mário de Andrade*, 52, p. 87-93, 1994.
- STOLOW, Nathan. *Conservation and exhibitions*. London: Butterworth-Heinemann, 1987.
- TÉCNICAS de diagnóstico aplicadas a conservação dos materiais de construção em edifícios. [Andalucia], Instituto Andaluz del Patrimônio Histórico, [1996].
- THOMSON, G. *Manual of curatorship: a guide to museum practice*. London: Butterworth-Heinemann, 1984. Edited by John M. A. Thompson.

THOMSON, G. *The museum environment*. 2. ed. London: Butterworth-Heinemann, 1997.

THOMSON, G. Stabilization of RH in exhibition cases: hygrometric half-time. *Studies in Conservation*, 22, p. 85-102, 1977.

VERÇOZA, E. J. *Patologia das edificações*. Porto Alegre: Sagra, 1991. D. C.

Endereço para correspondência

Laboratório de Ciências da Conservação – Escola de Belas Artes/UFMG
Av. Antonio Carlos, 6627
Belo Horizonte – MG
CEP 31270-901

Wivian Patricia Pinto Diniz <wppdiniz@dedalus.lcc.ufmg.br>

Luiz Antonio Cruz Souza <lsouza@eba.ufmg.br>

Homepage: <http://coremans.eba.ufmg.br>