

# Planejamento de mobiliário

Alessandra Rosado e Yacy-Ara Froner

## Introdução

Conforme discutimos nos tópicos anteriores, todos os procedimentos que envolvem a organização segura de um acervo dependem de planejamentos específicos. O planejamento de mobiliário está sujeito a várias considerações e pode:

- a) ser desenvolvido junto com o projeto de um novo edifício;
- b) ser adequado a um edifício já construído;
- c) visar a adaptação de móveis antigos;
- d) visar a elaboração de um mobiliário novo;
- e) ser específico para área de exposição, reserva técnica, laboratório, sala de pesquisa ou consulta.

Independentemente da situação, o diagnóstico é a ferramenta que proporciona os parâmetros necessários ao planejamento dos móveis adequados à exposição ou guarda do acervo; ele deve levar sempre em consideração a tipologia da coleção, suas dimensões, seu volume e suas características químico-físicas. O mobiliário deve proporcionar um ambiente seguro que contribua para a manutenção de condições relacionadas à estabilidade climática, física e material dos objetos; facilitem sua localização em áreas de guarda, garantindo porém restrição de acesso; sejam invioláveis nas áreas de exposição, mas permitindo inspeções periódicas e manuseio dos objetos expostos.

O mobiliário deve ser avaliado a partir de suas características estruturais e materiais, sua interação com o ambiente e sua interação com os materiais constituintes dos suportes de embalagem e dos suportes de exposição, como também com os materiais presentes nos acervos. Deve-se considerar, ainda, sua adequação dimensional ao espaço físico, estabilidade, resistência e capacidade volumétrica.

### 1) Área de Guarda

## 1.1. Sistemas de compactação

Para definir a demanda de espaço, um método seguro é o cálculo volumétrico. O procedimento inicia-se pela avaliação da área: o levantamento quantitativo das coleções; a descrição das características tipológicas das coleções; a avaliação das condições ambientais das salas destinadas ou utilizadas para guarda de acervo; a avaliação dos sistemas de mobiliário; a avaliação do *design* e dos materiais de embalagem são as etapas a serem consideradas nesse momento.

Caso a avaliação considere um espaço já ocupado, quantificar o número de prateleiras ou gavetas atuais é um parâmetro para se iniciar o projeto. Para a quantificação é necessário:

- a) levantar as dimensões e as características dos mobiliários existente: largura x altura x profundidade; número de gavetas e prateleiras (dimensões internas e externas);
- b) localizar em planta baixa o posicionamento do mobiliário (mapeamento);
- c) registrar os problemas encontrados: excesso de peso ou volume do acervo alocado; danos provocados pelo sistema ou degradação do próprio mobiliário.

Tabela 1 – Exemplo de capacidade de mobiliário: 8 armários com 4 prateleiras, 5 gavetas

A partir da qualificação material e levantamento quantitativo do acervo e do mobiliário existente, é possível então propor adequações.

Conforme apontado no item anterior, para a adoção do sistema compactador é indispensável uma avaliação apropriada antes, durante e após a montagem:

### 1.1.1. Antes da montagem

Por compactador ou arquivos deslizantes entende-se sistema deslizante para arquivamento e armazenagem caracterizado por constituir-se de um conjunto de módulos metálicos, capazes de deslizarem horizontalmente sobre rodízios apoiados em trilhos, de modo a otimizar o uso do espaço disponível. Os módulos podem ser compostos de estantes com prateleiras ou gavetas, trainéis e plataformas móveis.

A partir do levantamento das características dimensionais e quantitativas dos acervos, é possível planejar o sistema de compactação. Como apontado anteriormente, as prateleiras móveis otimizam o aproveitamento do espaço, pois demandam apenas um vão operacional para circulação e manuseio do acervo. Contudo, é imprescindível avaliar corretamente este tipo de mobiliário para que o benefício e a qualidade do produto justifiquem seu custo.

- a) Desenho, dimensões internas e externas
- b) Espessura e resistência das chapas de aço (gavetas, prateleiras, fundo)
- c) Espessura das colunas
- d) Pintura
- e) Sistemas de deslocamento dos módulos
- f) Corrediças
- g) Manípulos
- h) Guarda-peito, telas, treliças, réguas e demais complementos
- i) Plataformas (quando houver)

Muitas vezes, são os fornecedores que elaboram a proposta – sem uma consultoria especializada ou mesmo sem a avaliação do acervo. Eventualmente, esses mesmos fornecedores irão tentar ocupar ao máximo o espaço ou elaborar propostas a partir de uma medida ou modelo padrão. Antes de tudo é preciso elaborar um estudo ou desenho que defina as medidas necessárias e, considerando custos, procure aproximar-se das medidas padronizadas pela empresa, pois isso significa diminuição de custo: desenho, dimensões internas e externas são elementos correspondentes; por essa razão, é importante partir da demanda para posteriormente verificar a capacidade espacial da sala e então verificar a disponibilidade financeira. Cabe lembrar que o desenho externo do mobiliário pode

garantir ampliações futuras, pois esta é uma das características do mobiliário compactador.

Em planta, é indispensável garantir um afastamento de parede de até 50cm para eventuais manutenções de alvenaria, elétrica e hidráulica; caso o mobiliário permita deslocamento de ambos os lados, esse distanciamento não é necessário. O vão operacional ou corredor de consulta – compreendido como a maior largura entre dois módulos consecutivos do sistema, quando afastados no seu limite máximo – deve ser de um metro para permitir o acesso seguro durante a manipulação do acervo, a abertura de gavetas e o posicionamento de escadas utilizadas para se alcançar as prateleiras superiores.

Considerando que a sala mede 11,6m de largura e a coluna de 70cm (exatamente no meio, a 5,45m de distância das paredes laterais), as dimensões do mobiliário foram previstas de modo a cada sistema ocupar 4,34m (somando-se o vão operacional de 1m), com uma margem de segurança de 50cm de distância da parede do fundo e dois metros da parede frontal de acesso para movimentação. Além do desenho bidimensional, em planta (Fig. 1 e 3), é importante um desenho tridimensional para avaliar a altura do mobiliário na sala, pois assim é possível prever dutos de ar condicionado e posicionar de maneira mais adequada lâmpadas, lu-

minárias e *spots*. Além disso, por meio do desenho, o fornecedor pode definir o peso do mobiliário; com estes dados na mão, é possível verificar se a estrutura do edifício suporta a carga desse equipamento.

No que tange à manufatura do mobiliário, a espessura das chapas que compõem paredes, gavetas e prateleiras deve ser o mais resistente possível. Quanto menor a chapa, maior é sua espessura ou resistência; assim, a chapa 18 é mais resistente que a 22, e a 22 que a 24. Recomenda-se chapa 18 para as colunas estruturais e as prateleiras que abrigam maior peso. Para gavetas e paredes, as chapas mais finas diminuem o peso das estruturas móveis; para ambientes climatizados, as paredes podem ser dispensáveis, facilitando a inspeção e a demanda de ventilação de acervos orgânicos (como livros). A prancha da prateleira não deve ter saliência ou desníveis que podem causar pressão diferencial no suporte dos materiais sobre ela dispostos; quando a dobra que gera desnível é padronizada pelo fornecedor, o uso de régua de preenchimento é indispensável. As prateleiras devem ser móveis na coluna, de fácil encaixe e manipulação, permitindo alteração no tamanho dos vãos entre as mesmas. A pintura epóxica deve ser de boa qualidade, sem arranhões, bolhas ou saliências superficiais.

Para a avaliação dos componentes que garantem mobilidade – corrediças das gavetas e rolamentos dos trilhos –, a garantia deve ser discriminada na proposta do fornecedor. No mercado há corrediças telescópicas que garantem maior segurança e acesso na abertura de gavetas. O sistema de deslizamento com dupla redução aumenta o número de rolamentos e diminui o esforço. Esses mecanismos devem ser avaliados, pois variam de empresa para empresa.

Os manípulos que funcionam como maçanetas de abertura estão disponíveis em vários modelos. O maior cuidado é verificar se não há partes soltas, nem emendas frágeis, pois podem gerar problemas futuros.

No caso de pisos de valor histórico (compostos por ladrilhos hidráulicos; tábuas e assoalhos; feitos em pedra ou construção vernacular), o uso de plataformas é indispensável. É importante que o material de confecção desse tipo de plataforma seja inerte, preferencialmente metálico, pois compensados, aglomerados e outros materiais que usam componentes orgânicos à base de madeira são atrativos para insetos e concentram umidade – não importa o tratamento garantido pelo fornecedor! O uso de carpetes e mantas de cobertura sobre as plataformas é inapropriado.

### 1.1.2. Durante a montagem

Alguns passos são importantes:

- a) verifique se as dimensões dos componentes estão corretas;
- b) verifique se as especificações dos componentes estão corretas (incluindo espessura da chapa, tipo do manípulo, espelho das gavetas, tipo de corredeira, plataforma etc);
- c) verifique se a marcação da disposição do mobiliário no espaço corresponde ao detalhamento em planta (no caso de trilhos embutidos, essa marcação deve ser feita antes do recorte do piso);
- d) verifique se o recorte do piso e o encaixe dos trilhos está correto;
- e) verifique se o sistema de deslocamento dos trainéis, módulos ou plataformas não emperra, salta ou gera esforço no processo de movimentação, e se é o mesmo combinado com o fornecedor;
- f) verifique se as corredeiras deslizam sem esforço e se travam ao final para que não ocorra a queda das gavetas;
- g) verifique se o número de gavetas, prateleiras, estantes e módulos corresponde ao acordado no contrato;
- h) verifique se há riscos, bolhas ou granulações na pintura dos componentes externos e internos;
- i) verifique se todos os componentes estão devidamente encaixados – prateleiras, gavetas, bases, coberturas, colunas;
- j) verifique com uma curva de nível se o interior das prateleiras está nivelado;
- k) verifique se o fechamento do mobiliário está adequado, se as travas dos módulos funcionam quando o vão operacional é aberto e se as chaves estão adequadas;
- l) verifique se não há problemas com a plataforma;
- m) recomenda-se fotografar todo o processo.

### 1.1.3. Quadro 1 – Após a montagem

Verificar se o deslizamento está adequado: não gera esforço físico; não causa movimentação brusca ou saltos das estantes; não emperra; é estável.

Propor um plano de monitoramento periódico para verificar quaisquer problemas no interior do mobiliário.

Verificar se as prateleiras permitem mobilidade conforme a altura necessária; se seu manuseio é fácil e se possuem a resistência necessária.

Verificar se as correções das gavetas são seguras (com trava que evita a queda da gaveta), correm adequadamente e se os vãos entre gavetas não causam compressão nos acervos dispostos internamente.

Verificar se as dimensões são adequadas e não há pressão estrutural nos acervos.

Verificar se o guarda-corpo auxilia na segurança contra o deslocamento das coleções quando ocorre a movimentação do mobiliário (principalmente para vidraria, louças e cerâmica dispostas diretamente nas prateleiras).

Verificar se há sistema de dupla redução de esforço para movimentação e se os manípulos não são frágeis ou inadequados.

Verificar se o terminal de fechamento do módulo apresenta uma movimentação excessiva; ou se há algum tipo de desnível da estrutura (quando não há fechamento completo das faces).

Verificar se as prateleiras terminais estão soltas e se há visores frontais de identificação.

Cuidar para que as travas de segurança sejam de boa qualidade, fácil manuseio e manutenção.

Jamais utilizar plataformas feitas com material orgânico (madeiras, compensados, aglomerados ou mdf), nem revestidas com carpetes.

Cuidar do entorno do mobiliário: considerar o vão operacional junto à parede para manutenção; áreas de insolação; dutos de ar-condicionado e altura da sala e o vão operacional que possibilita movimentar-se entre as fileiras de estantes.

## 1.2. Sistemas simples

Se a opção for o uso de sistemas simples, como mapotecas, armários, estantes ou trainéis fixos, o planejamento do espaço também é fundamental. A preferência pelas estruturas metálicas em detrimento de mobiliário em madeira ocorre em função de sua durabilidade, inércia e não atração biológica; porém é indispensável o cuidado contra umidade e a limpeza periódica para evitar o acúmulo de poeira.

No caso de aproveitamento de mapotecas, armários e estantes de madeira, alguns cuidados devem ser considerados: desinfestação com uso de produtos de efeito residual, mas que não contaminem o acervo; selagem com vernizes e cera microcristalina e forração com mantas feitas de polietileno expandido.

## 2) Área expositiva – Vitrinas

As instituições museológicas estão cada vez mais conscientes da importância do controle do clima nos ambientes onde seus acervos são expostos com a finalidade de preservá-los. Entretanto, muitos museus apresentam locações em edifícios históricos ou em prédios que não possuem estruturas adequadas para abrigar coleções, devido a limitações da arquitetura, falta de segurança ou falta de equipamentos para o controle do clima das salas de exposição. Por isso, a montagem de uma exposição requer planejamento integrado a critérios e práticas de conservação preventiva que busque soluções ajustadas à técnica de construção e estado de conservação do acervo que será exposto.

Uma das soluções amplamente empregadas pelos museus é a exposição dos objetos dentro de vitrinas que podem ser projetadas para manter condições ambientais internas adequadas à conservação do acervo.

A exposição permanente ou temporária de acervos dentro de vitrinas exige também, em muitos casos, a construção de suportes para a apresentação dos objetos. Os suportes têm a função de proporcionar apoio adequado aos objetos para impedir as tensões físicas (choques, abrasão, vibração) ou uma distribuição de peso inadequada sobre eles.

O suporte pode ser construído sob medida ajustando-se ao formato e tamanho do objeto ou pode ser de fatura genérica apresentando formato e tamanho diverso ao do acervo. Porém, em ambos os casos, sua aparência não deve

sobressair ao objeto que apóia – a atenção do espectador deve voltar-se para o objeto e não para o suporte.

Apenas materiais inertes ou compatíveis com o acervo (TÉTREAUULT, 1994) devem ser utilizados na construção das vitrinas e suportes. Vitrinas compostas por materiais não apropriados ou de qualidade inferior podem causar danos biológicos ou químicos aos objetos que abrigam. Por isso, os materiais estruturais das vitrinas e os seus elementos de fixação e de acabamento devem ser isentos de ácidos, de produtos químicos voláteis ou de outras substâncias nocivas ao acervo.

As vitrinas, quando bem planejadas e construídas, podem atender a diversas proposições de conservação de acordo com a tipologia do acervo que irão abrigar. Elas têm a finalidade de proporcionar proteção ao objeto contra possíveis danos (choques, vibrações, vandalismo ou roubo, umidade e temperatura inadequadas, radiação infravermelha e ultravioleta, ação de particulados etc.) durante o período em que ficará exposto ao público.

Todo projeto de vitrina deve priorizar a preservação do acervo com utilização de sistemas simples e fáceis de construir, feitos com materiais disponíveis no mercado e adaptados às condições financeiras da instituição. A estética das estruturas das vitrinas precisa ser leve e não obstrutiva e se integrar harmonicamente com os outros elementos da sala na qual serão inseridas.

### 2.1. Modelos de vitrinas

Existe uma infinidade de tipologias de vitrinas que visam satisfazer os requisitos técnicos e estéticos implicados nos processos de exposição dos acervos. Entretanto, as vitrinas podem apresentar basicamente duas categorias primárias de armação:

- vitrinas livres: independentes da estrutura das paredes do prédio (Fig. 4).
- vitrinas de parede: acopladas à parede do edifício (Fig. 5).

Os projetos provêm as vitrinas de sistemas de uso que permitem a realização de tarefas de rotina como processos de limpeza, troca de lâmpadas, vistoria dos níveis de umidade e temperatura (utilização de sensores – *data loggers*), retirada do acervo etc. Para atender a esse padrão de funcionalidade, as vitrinas, além do espaço específico para a exposição dos objetos, podem apresentar os seguintes elementos estruturais: compartimento para colocação de sistemas de manutenção do microclima, e o compartimento de iluminação (Fig. 6).

O compartimento para manutenção do ambiente da vitrina é montado quando o critério de conservação estabelecido para os objetos expostos requer o controle do clima e de poluentes. Esses compartimentos evitam que o sistema de controle da U.R. e dos poluentes fique em contato direto com os objetos expostos e permitem que seu monitoramento, manutenção e inspeções sejam efetuados sem a necessidade de abrir a câmara de exposição dos objetos.

O compartimento de iluminação é uma estrutura independente, armada geralmente na parte superior da vitrina, e apresenta aberturas próprias que facilitam a troca de lâmpadas e diminuição do calor produzido por elas através da instalação de um sistema de ventilação. O refletor desse sistema não permite a troca de ar com a área de exposição – para evitar passagem do ar aquecido pela emissão do calor gerado pela luz utilizada – e pode ter filtros de radiação infravermelho e ultravioleta.

A área de exposição é projetada para proporcionar segurança e visibilidade adequadas ao acervo com a utilização de vidros ou placas de acrílico resistentes a choques e abertura forçada. Seu espaço interno tem a finalidade de assegurar

que cada objeto exposto seja acessível sem causar interrupção visual ou física aos objetos adjacentes. Suas aberturas independentes têm o objetivo de facilitar a limpeza do seu interior, o acesso ao objeto para inspeções de rotina, a retirada rápida do objeto em caso de emergências (fogo, inundação etc.), a troca de acervo, a manutenção dos equipamentos de monitoramento ambiental localizados no interior da vitrina e uma boa vedação.

As vitrinas podem ser ventiladas permitindo a troca de ar com o ambiente externo através das junções, frestas e aberturas ou podem ser vedadas. De acordo com RAPHAEL (1999), o grau de vedação de vitrinas é medido aproximadamente pela quantidade das trocas de ar da vitrina com o ambiente externo durante determinado período de tempo. Através desse processo, verificam-se quatro níveis de vedação (Tab. 3).

Muitas exposições museológicas possuem vitrinas não vedadas ou moderadamente vedadas por serem mais fáceis de construir, por apresentarem custos mais acessíveis e por serem de manutenção simples. As vitrinas ventiladas são mais adequadas a locais onde a temperatura e umidade relativa do ambiente do museu são apropriadas ao acervo.

A construção de vitrinas bem vedadas requer atenção especial tanto na fase de elaboração do projeto quanto na fase da montagem. Depois de prontas devem ser testadas previamente para averiguar se sua *performance* atende aos

parâmetros de temperatura e umidade relativa estabelecidas pelo conservador em função do acervo que será abrigado em seu interior.

As vitrinas hermeticamente vedadas têm custo mais elevado que as vitrinas com sistema aberto de ventilação e, tecnicamente, são difíceis de manter. Geralmente esse tipo de vitrina é construído em circunstâncias nas quais o acervo possui valores históricos, culturais e artísticos extraordinários – objetos cuja singularidade aliada ao seu estado de conservação necessitam de proteção intensa contra os danos gerados por fatores ambientais ou pela ação humana.

## 2.2. Controle da umidade relativa dentro da vitrina

A umidade relativa do interior de uma vitrina é obtida através da utilização de sistemas de controle ativo ou passivo.

O sistema ativo ou mecânico implica a utilização de equipamentos eletrônicos de condicionamento de ar (humidificadores e desumidificadores), cuja estrutura de funcionamento é equiparável ao do sistema de ar-condicionado. São aparelhos que controlam as condições do ar que entra na vitrina – resfriando o ar, umedecendo ou absorvendo parte de sua umidade, filtrando concomitantemente a poeira e poluentes (BACHMANN et al., 2001).

Esses sistemas requerem manutenção intensa e podem apresentar mau funcionamento devido a falha mecânica, problemas no sistemas de automação ou queda de energia. Para prevenir danos causados por essas falhas, a temperatura e umidade relativa (U.R.) no interior da vitrina devem ser monitoradas continuamente. Esse monitoramento deve ser conectado a um alarme que alerta o mau funcionamento do equipamento. Geradores de energia de reserva devem ser acoplados nesses equipamentos como recurso de urgência no caso de ocorrer queda de energia elétrica.

O sistema passivo controla a umidade relativa de vitrinas bem vedadas ou moderadamente vedadas através do uso de materiais reativos que absorvem ou eliminam umidade com o objetivo de manter flutuações adequadas de U.R. de um determinado volume de ar. Esses materiais, conhecidos como materiais reguladores de umidade ou como materiais de tamponamento (LAFONTAINE, 1984), são constituídos de produtos naturais como algodão e fibra de celulose ou de produtos artificiais como a sílica-gel.

Os materiais reguladores de umidade possuem natureza higroscópica, perdem ou ganham umidade até entrarem em equilíbrio com o grau de umidade do ambiente circundante. Essa umidade é denominada de umidade de equilíbrio ou conteúdo de umidade em equilíbrio.

A capacidade que um material regulador de umidade possui para estabilizar a U.R. em um volume de ar de uma vitrina está relacionada ao tempo requerido para que esse microambiente alcance novo equilíbrio quando é sujeito a variação de U.R. Se o tempo de reação do material regulador é muito longo, o acervo exposto dentro da vitrina será atingido pelas mudanças de U.R. Por isso, o material regulador deve ter a capacidade de absorver rapidamente as variações de U.R. De acordo com WEINTRAUB (2002), a capacidade da sílica-gel para controlar a U.R. comparada aos materiais orgânicos é maior, como pode ser visto na Figura 7.

Através desse gráfico, fica claro que as duas sílicas-gel absorvem mais umidade que os materiais naturais como a madeira, algodão ou lã. De acordo com WEINTRAUB (2002), por causa da alta densidade da sílica (aproximadamente 0.7 quilogramas por litro), ela possui também a vantagem de poder ocupar menos espaço dentro de uma vitrina que os materiais orgânicos – com capacidades de absorverem U.R.

Os absorventes de origem celulósica (papel, algodão, madeira etc.) não oferecem um controle eficiente de U.R. principalmente em vitrinas que possuem grande volume de ar. Esses materiais são quimicamente e biologicamente instáveis, podendo promover a contaminação do acervo exposto através da infestação de microorganismos ou da ação da acidez.

A sílica-gel é um material cristalino, quimicamente inerte, biologicamente neutro e muito poroso (GHICHEN, 1998). É comercializada nas formas de granulares, esféricas ou em pó com diâmetros aproximados entre 0,1 a 4mm. Existem dois tipos de sílica-gel: a sílica-gel híbrida (Art-Sorb e Arten Gels) e a sílica-gel padrão.

A sílica-gel híbrida, Art-Sorb<sup>®</sup>, desenvolvida pela indústria química japonesa Fuji Silysia Chemical Ltda. e a sílica-gel híbrida, Arten Gels<sup>®</sup>, fabricada em Nova York pela empresa Art Preservation Services, são mais caras que a sílica-gel padrão, mas possuem uma capacidade reguladora de umidade muito alta, caracterizada pela curva de conteúdo de umidade em equilíbrio quase linear entre 0 e 100% de U.R. (Fig. 4). São produtos que requerem quantidades menores que a sílica-gel padrão para a manutenção de um microclima.

A sílica-gel padrão ou tradicional é um produto comercialmente mais barato; é fabricada também pela indústria química brasileira. O mercado oferece a sílica-gel impregnada com indicador de cor que é o cloreto de cobalto. O cloreto de cobalto tem a propriedade de mudar de azul a rosa quando passa de um ambiente seco a úmido. Assim a sílica-gel na cor azul indica que o ar circundante provavelmente está com uma umidade em torno de 20 a 30%; a cor rosa indica que o ar circundante pode estar com uma U.R. acima de 30%.

A sílica requer condicionamento prévio a uma UR específica antes de ser colocada na vitrina e necessita de recondicionamento devido a sua saturação. O condicionamento da sílica, de acordo com RAPHAEL (1999), pode ser feito da seguinte forma (Tabela 4):

TABELA 4 – Técnicas de condicionamento da sílica-gel

A quantidade de sílica-gel requerida para o controle da U.R. de uma determinada vitrina depende do volume da vitrina, da permeabilidade dos materiais, do grau de vedação da vitrina, da flutuação da temperatura dentro da vitrina e do diferencial projetado entre a U.R. interna desejada e a U.R. do ambiente externo.

Recomendações sobre a quantidade requerida de sílica-gel variam de 20kg para cada m<sup>3</sup> (THOMSON, 1977) a 0.5Kg de Art-Sorb para cada m<sup>3</sup> MIURA (1981). Essas diferenças são caracterizadas pela capacidade de tamponamento<sup>1</sup> da sílica-gel empregada e também pelas equações usadas (TETREULT, 2003) para determinar a quantidade de sílica-gel necessária para manter flutuações adequadas de U.R. do volume de ar de uma vitrina durante períodos de tempo curtos ou longos.

A implementação de um sistema passivo como regulador da umidade relativa no interior da vitrina requer o cumprimento das seguintes diretrizes básicas:

- utilização de vitrina bem vedada ou moderadamente vedada. A vitrina moderadamente vedada requer uma quantidade maior de absorventes;
- realização de experimentos prévios para determinar a quantidade de absorvente necessário para manter a flutuação de U.R.
- realização de cálculos prévios para verificar o tempo e a quantidade de troca de ar (vazão) da vitrina com o ambiente externo;
- implementação de um compartimento na vitrina para a colocação do regulador de umidade que possibilite a manutenção periódica (como a troca do regulador de umidade sem provocar troca total do ar interno da vitrina);
- manutenção da circulação do ar adequada entre o compartimento que contém o material regulador de umidade e o espaço onde os objetos estão expostos;
- disponibilidade de pessoal treinado para o manuseio e acondicionamento do material absorvente;
- instalação de um sistema de monitoramento de U.R. e temperatura no interior da área de exposição da vitrina;

- verificação do cumprimento das devidas precauções de segurança pessoal no manuseio da sílica-gel – utilização de máscaras contra pó, óculos de proteção e luvas (de couro para manusear a sílica acondicionada em estufa e de látex para manusear a sílica acondicionada a uma temperatura ambiente).

### 2.3 - Controle da temperatura no interior da vitrina

Temperaturas elevadas e instáveis no interior da vitrina podem desencadear reações químicas, provocar mudanças físicas, estimular a proliferação de microorganismos e, portanto, acelerar o grau de deterioração de vários tipos de coleções de natureza orgânica ou inorgânica.

Mudanças inadequadas de temperatura podem modificar o conteúdo de umidade de materiais orgânicos, da mesma forma que o aquecimento ou resfriamento do ar dentro da vitrina promovem flutuações de umidade relativa. Flutuações de temperatura dentro da vitrina, mesmo quando a U.R. no seu interior é mantida constante, também podem causar danos ao acervo exposto.

Existem três formas básicas de transferência de calor que podem atingir uma vitrina:

- *condução*: ocorre via transferência de calor da região de alta temperatura para a de baixa temperatura através dos choques, vibrações entre partículas mais energéticas para menos energéticas;
- *convecção*: através do fluxo de calor devido ao movimento do ar de uma região mais quente para uma região mais fria;
- *radiação*: transmissão do calor através de ondas eletromagnéticas – como a irradiação solar – que pode mover-se de um lugar para outro sem a necessidade de um meio físico para se propagar.

A transferência de calor dentro de uma vitrina está vinculada também aos seguintes fatores: tipo de material utilizado na sua construção, a sua localização na sala de exposição (posicionada perto de correntes de ar ou fontes de emissão de calor como janelas, portas exteriores, paredes que recebem algum tipo de aquecimento ou equipamentos eletrônicos) e a iluminação (uso de lâmpadas inadequadas, iluminação colada no espaço interno da vitrina sem separação e ventilação adequadas).

### 2.4. Iluminação

A iluminação das vitrinas tem como objetivo proporcionar visibilidade do acervo exposto (detalhes e cores) com a utilização de lâmpadas adequadas à vulnerabilidade dos objetos.

Sabe-se que as fontes luminosas que emitem luz (radiação visível) e raios UV (radiação ultravioleta) provocam danos a muitos materiais, principalmente aos orgânicos (papéis, pinturas, tintas, corantes, couro, madeira, tecidos etc.).

Os dados sobre a vulnerabilidade dos materiais causados pelo sistema de iluminação estão relacionados ao grau de absorção e sensibilidade à luz, ao tempo de exposição do objeto a uma determinada fonte de radiação. Segundo MICHALSKI (1997), os fatores nocivos da fonte luminosa estão fortemente associados à radiação UV.

A grande maioria das instituições museológicas emprega como norma a recomendação de THOMSON (1961), que estimou o valor de 50 lux como sendo uma faixa de iluminação segura para os acervos e que, ao mesmo tempo, permite a visualização do objeto. Entretanto, na década de 80 começaram a discutir a aplicabilidade dessa especificação inflexível. Em 1981, a publicação intitulada *An analytic model for describing the influence of lighting parameters upon visual performance* ampliou as bases fundamentais sobre a iluminação e visualização. A partir desse modelo, o Instituto Canadense de Conservação (CCI) elaborou normas simplificadas sobre iluminação dos objetos de uma forma mais flexível – considerando, por exemplo, a idade do observador, tamanho e cor dos artefatos e detalhes de baixo contraste (MICHALSKI, 1997). Essas normas são apresentadas no QUADRO 2.

Como pode ser verificado acima, o controle dos níveis de luz é um assunto extremamente complexo que requer cuidado e planejamento adequado.

A iluminação das vitrinas é feita através da utilização de dois métodos básicos:

- *iluminação externa*: a fonte de luz é fixa no teto ou na parede do edifício (esse tipo de iluminação, apesar de produzir sombras indesejáveis que podem prejudicar a leitura adequada do acervo, provê uma margem de segurança maior ao acervo devido à distância que fica da vitrina. Normalmente as lâmpadas externas ficam posicionadas a um ângulo de 30° em relação à vitrina ou então dispostas em um ângulo reto acima da vitrina.
- *iluminação interna ou integrada*: a fonte de luz é colocada dentro de um compartimento de iluminação (estrutura independente armada normalmente na parte superior da vitrina), ou então disposta na parte interna da área de expo-

sição da vitrina. A utilização desse tipo de iluminação requer um cuidado maior referente ao controle de emissão de calor.

Os projetos de iluminação museológicos utilizam basicamente as seguintes fontes de luz:

- *Luz do dia* (filtrada através de aberturas projetadas para promover proteção contra a ação da radiação ultravioleta e infravermelho);
- *Lâmpada de tungstênio* (incandescente de bulbo): comumente usadas em museus, entretanto, geram calor e seu consumo de energia é maior;
- *Lâmpada fluorescente*: apesar de serem econômicas, emitem altas concentrações de ultravioleta (o uso de filtros especiais pode minimizar esse problema);
- *Fibra ótica*: não emitem calor, porém algumas marcas podem emitir radiação ultravioleta e infravermelha.

## 2.5. Controle de poluentes

Os acervos museológicos estão sujeitos à ação de dois tipos de poluentes: particulados e químicos.

As atmosferas urbanas apresentam partículas dispersas em suspensão – compostas basicamente por uma mistura de pó de terra, fuligem, fibras têxteis, microorganismos e materiais de origem protéica. Essa combinação é abrasiva, atrai umidade e favorece a proliferação de microorganismos sobre a superfície na qual ela se deposita (ALAMBERT et al., 1998).

Os particulados são atraídos para dentro da vitrina através de aberturas (fendas, orifícios) ou através dos seus sistemas de ventilação natural ou mecânica.

A poluição química é resultante de gases emitidos pelas indústrias, pelos automóveis, pelos materiais de limpeza doméstica, pelos materiais que liberam compostos voláteis e por outras fontes de poluição interna e externa. De acordo com TÉTREULT (1994), os principais compostos voláteis conhecidos que causam danos aos acervos são: enxofre, vapores ácidos (orgânicos e inorgânicos), vapores alcalinos (amônia), os aldeídos (formaldeído e acetaldeído) e os peróxidos.

Muitos materiais usados na construção, acabamento ou decoração de vitrinas podem ser quimicamente instáveis e conter nas suas formulações aditivos e reagentes químicos. Os artefatos museológicos podem sofrer danos se forem colocados em contato direto com esses materiais.

O controle da ação danosa dos particulados e dos compostos voláteis presentes no ambiente de exposição das vitrinas deve seguir os seguintes parâmetros:

- utilizar filtros para barrar a entrada de poeira;
- utilizar filtros de carbono ativado ou de permanganato de potássio para reduzir as emissões de enxofre e dióxido de nitrogênio dentro da vitrina a níveis aceitáveis;
- promover renovação de ar de vitrinas feitas com materiais voláteis ou que abrigam coleções que emitem substâncias voláteis, para reduzir a concentração desses poluentes a níveis aceitáveis;
- isolar superfícies de vitrinas compostas por materiais voláteis como a madeira (aplicação de barreiras como a folha de alumínio plástico laminado encontrado no mercado com o nome de Marvelseal®);
- utilizar sistemas passivos ou mecânicos de controle de umidade e temperatura;
- utilizar materiais estáveis e inócuos na construção de vitrinas. Os materiais compatíveis com a natureza do acervo que será abrigado pela vitrina também podem ser utilizados;
- observar o prazo de validade dos materiais usados nas vitrinas (alguns materiais sofrem mudanças químicas e físicas com o tempo e podem se tornar um fator de risco para as coleções);
- manter monitoramento constante do ambiente da exposição como o uso de dosímetros para poluentes, no intuito de verificar a presença destes agentes de deterioração.

## 2.6. Sistemas de Segurança

A segurança dos espaços expositivos museológicos envolve um estudo interdisciplinar que visa o levantamento dos potenciais de riscos para o gerenciamento adequado dos mesmos.

Cada instituição possui características peculiares que definem as ações prioritárias de segurança que serão implementadas e seguidas. Entretanto, o estudo sobre gerenciamento de risco possui uma metodologia que permite mapear todas as atividades relacionadas direta ou indiretamente à segurança do museu, abrangendo tópicos como furtos, vandalismo, inundações e incêndios.

Os sistemas de segurança das vitrinas são determinados por uma avaliação dos riscos de segurança associados às circunstâncias de uma exposição em particular. O nível de segurança requerido para uma determinada vitrina é definido, portanto, na elaboração do seu projeto de construção e pode incluir:

- sistema de controle de temperatura e umidade relativa;
- sistema de segurança contra roubo e vandalismo;
- vidros resistentes a choque, balística, abertura forçada;
- utilização de materiais resistentes ao fogo e a água;
- sistemas para absorver movimentos laterais severos que podem provocar a queda da vitrina;
- sistema duplo de fechadura;
- sensor de movimento e alarmes.

## 2.7. Manutenção das vitrinas

As vitrinas precisam ser submetidas a processos de conservação para a manutenção de seu papel, que é fornecer condições ambientais internas adequadas à preservação do acervo exposto.

Toda vitrina deve possuir um manual de manutenção com as informações detalhadas sobre os procedimentos corretos de manuseio, montagem, abertura, mudança de filtros, troca de lâmpadas, checagem de equipamentos de segurança, condicionamento dos sistemas de regulação de U.R. além de um desenho esquemático situando a localização de todos os objetos expostos dentro da vitrina.

A limpeza das vitrinas deve ser efetuada com muito cuidado, pois expõe os objetos a um risco de danos tanto físicos como químicos. Por isso ela deve ser feita

apenas por pessoal treinado para exercer essa função. A seguir apresentam-se as precauções necessárias no processo de limpeza das vitrinas:

- Realizar a limpeza somente em dias em que o museu fica fechado à visitação pública;
- Utilizar um pano de algodão macio seco para limpar os vidros da vitrina;
- Nunca usar produtos de limpeza de uso doméstico para limpar vitrinas;
- Deixar os solventes usados na limpeza evaporarem completamente antes de fechar as vitrinas;
- Usar aspirador de pó de baixa sucção para efetuar a limpeza da poeira no interior da vitrina.

A limpeza das vitrinas em acrílico com um tecido de algodão favorece a formação de eletricidade eletrostática; se isso ocorrer usar um pano umedecido com água deionizada.

## Conclusão

A função primordial do museu é a guarda, conservação e exposição de acervos. O mobiliário é uma das ferramentas fundamentais no exercício dessa função. Ele permite, através de planejamento prévio fundamentado pelas diretrizes de Conservação Preventiva, a manutenção de um ambiente adequado às especificidades do acervo que abriga, promovendo, dessa forma, a preservação dos artefatos a longo prazo.

## Referências

ALAMBERT, C. C. d', MONTEIRO, M. G. e FERREIRA S. R. *Conservação: postura e procedimentos*. São Paulo: Imprensa Oficial, 1998.

ASHOK, R. e PERRY, S. *Preventive Conservation Practice, Theory and Research*. Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress, 12-16 September 1994. London: IIC.

ATRUP, E. E. e HOVIN STUB, K. E. Saturated salt solutions for humidity control of showcases - Conditions for a successful system, In: *Preprints of the 9th Triennial Meeting of the ICOM Committee for conservation*. Dresden, 1990. p. 577-582.

BACHMANN, K. e RUSHFIELD, R. A. Princípios de Armazenamento. In: Marylka Mendes (org.) et al. *Conservação: conceitos e práticas*. Tradução de Vera. L. Ribeiro. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2001. p. 83-93.

CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE. Light Damage Slide Rule. CCI Notes N2/6. Ottawa: 1989.

LAFONTAINE, RAYMOND H. Silica Gel. *Canadian Conservation Institute Technical Bulletin*, 10. Ottawa: 1984.

MAEKAWA, Shin. *Report on the Efficacy Evaluation of Environmental Improvements Implemented in Prentis House, Horseshoe Barn, and Stagecoach Inn at the Shelburne Museum, VT*. GCI Internal Report, 1999.

MAEKAWA, Shin et al. Hermetically sealed case for storage of objects in a stable, inert atmosphere. In: ROSE, Carolyn L; TORRES, Amparo R. *Storage of natural history collections*. Pittsburgh, Pa.: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1995. v. 2. p. 249-250.

MICHALSKI, STEFAN. A Control Module for Relative Humidity in Display Cases. In: *Preprints of the Contributions to the Washington Congress, Science and Technology in the Service of Conservation*. Washington, D.C, 1992.

MICHALSKI, S. Towards Specific Lighting Guidelines. In: ICOM Committee for Conservation: 9th Triennial Meeting, Dresden, German Democratic Republic, 26-31 August, 1990, *Preprints*, ed. K. Grimstead, v. 2. Marina del Rey, California: The Getty Conservation Institute, 1993. p. 583-588.

MICHALSKI, S. A Discussion of Correct/Incorrect Values. *Preprints of the ICOM-CC 10th Triennial Meeting*, Washington, DC, USA, 22-27 August 1993. Paris: ICOM Committee for Conservation. p. 614-619.

MICHALSKI, S. A decisão sobre iluminação. In: MENDES, Marylka (org.) et al. *Conservação: conceitos e práticas*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2001.

PADFIELD, T. The Control of Relative Humidity and Air Pollution in Show-Cases and Picture Frames. *Studies in Conservation*, v. 11, n. 1, p. 8-30, feb., 1966.

RAPHAEL, Toby. Standardized packaging containers for silica gel. In: ROSE, Carolyn L; TORRES, Amparo R. *Storage of natural history collections*. Pittsburgh, Pa.: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1995. v. 2, p. 241-243.

RAPHAEL, T., DAVIS, N. e BROOKES, K. *Exhibit Conservation Guidelines: incorporating conservation into the exhibit process*. U.S.A: National Park Service, Division of Conservation: SANAD Support Technologies Inc., 1999. 1 CD-ROM.

THE COUNCIL FORM MUSEUMS, ARCHIVES AND LIBRARIES. *Museológica 4. Segurança de Museus*. São Paulo: Edusp, 2003.

THOMSON, G. A new look at colour rendering, level of illumination, and protection from ultraviolet radiation in museum lighting. *Studies in Conservation*, v. 6, p. 10-49, 1961.

THOMSON, G. Stabilization of RH in Exhibition Cases: Hygrometric half-time. *Studies in Conservation*, n. 22, p. 85-102, 1977.

THOMPSON, G. *The museum environment*. 2nd. ed. London: Butterworths, 1994.

TÉTREAULT, J. *Matériaux de construction, matériaux de destruction. La conservation préventive*. Paris: ARAAFU, 1992. p. 163-176.

TÉTREAULT, J. Display Materials: the good, the bad and the ugly. In: *Exhibitions and Conservation*, Edimburgo, 1994. *Anais...* Edinburgh: Scottish Society for Conservation and Restoration, 1994. p. 79-88.

WEINTRAUB, S. Studies on the behavior of RH WITHIN AN EXHIBITION CASE. Part I: Measuring the effectiveness of sorbents for use in an enclosed showcase. In: *Pre-prints for the 6th Triennial Meeting of the ICOM Committee for Conservation*, Ottawa, 1981.

**Notas de pe de pagina**

**Pag 6**

Considerando que a sala mede 11,6m de largura e a coluna de 70cm (exatamente no meio, a 5,45m de distância das paredes laterais), as dimensões do mobiliário foram previstas de modo a cada sistema ocupar 4,34m (somando-se o vão operacional de 1m), com uma margem de segurança de 50cm de distância da parede do fundo e dois metros da parede frontal de acesso para movimentação. Além do desenho bidimensional, em planta (Fig. 1 e 3), é importante um desenho tridimensional para avaliar a altura do mobiliário na sala, pois assim é possível prever dutos de ar condicionado e posicionar de maneira mais adequada lâmpadas, luminárias e *spots*. Além disso, por meio do desenho, o fornecedor pode definir o peso do mobiliário; com estes dados na mão, é possível verificar se a estrutura do edifício suporta a carga desse equipamento.

## Pag 17

1 A capacidade de tamponamento da sílica-gel é representada pelo valor M que é a quantidade de água em gramas absorvida ou eliminada por 1kg de sílica-gel quando a U.R. varia em 1% (THOMSON 1977)