

Reconhecimento de materiais que compõem acervos

Luiz Antônio Cruz Souza e Yacy-Ara Froner

Introdução

As instituições responsáveis pelo gerenciamento de coleções possuem, normalmente, acervos compostos por estruturas materiais distintas. Apesar de especializados – arquivos; bibliotecas; casas históricas; museus de arte, arqueologia, etnologia; museus históricos ou de história natural; museus científicos e tecnológicos; acervos em imagem e som –, vários estabelecimentos reúnem sob sua responsabilidade uma gama variada de elementos, combinados ou não, que interagem com o meio ambiente a partir de características próprias. O reconhecimento dos materiais que compõem as coleções, bem como de suas peculiaridades de envelhecimento e vulnerabilidade aos agentes de degradação, é fundamental aos profissionais que trabalham em museus, arquivos e casas históricas: acervos orgânicos e inorgânicos são sensíveis em graus distintos aos fatores externos e às predisposições internas de degradação. Ao compreender estas características, o profissional tem condição de definir prioridades e elaborar projetos que considerem os riscos \square existentes ou potenciais \square a partir da especificidade das coleções. As características congênitas \square reações naturais do material – devem ser estudadas tendo em vista sua interação com o ambiente externo. Estes fatores, estabelecidos pela Conservação Preventiva, são avaliados segundo os seguintes parâmetros:

- Fatores físicos: luz e resistência mecânica
- Fatores ambientais: temperatura e umidade
- Fatores químicos: contaminantes e constituição material dos objetos

- Fatores biológicos: infestação

Esses parâmetros demandam o estudo do ambiente onde está localizado o acervo, considerando o macro, o médio e o microambiente. Parte da compreensão da região (o macro ambiente) [W] as condições climáticas e geográficas –; do edifício como um todo e da sala de exposição ou guarda (o médio ambiente); do mobiliário e da sistemática de acondicionamento do acervo, desde a sua organização até os materiais utilizados para a elaboração dos invólucros (o microambiente).

Associadas ao estudo integrado desses fatores, as políticas de gerenciamento, manejo e manuseio dos acervos [W] relacionados à pesquisa, exposição, visitação e manipulação dos objetos [W] são indispensáveis às ações de preservação. Desse modo, torna-se importante compreender as características dos materiais encontrados nas coleções para que seja possível identificar os fatores potenciais de degradação, de que modo e em qual medida eles podem prejudicar o acervo e como eles atuam. Munidos dessas informações técnicas, os profissionais responsáveis [W] restauradores, conservadores, documentalistas, arquivistas ou museólogos [W] podem organizar áreas expositivas ou de guarda; espaços públicos e privados; definindo metas a curto, médio e longo prazo a partir dos riscos, necessidades e disponibilidades orçamentárias.

Conservar para não restaurar! É uma frase que compõe o repertório de todos que trabalham com a preservação de bens culturais. Porém, nem sempre temos a consciência do que isto significa: conservar não é apenas evitar uma intervenção drástica que, de um jeito ou de outro, implica na alteração das características originais de um objeto. Conservar é atuar de maneira consciente, evitando e controlando riscos, bem como propondo procedimentos e protocolos [W] como metas ou como procedimentos cotidianos [W] que de fato preservam as qualidades materiais, portanto documentais, das coleções. Aqui reside uma outra máxima: Conhecer para conservar!

Apresentamos, a seguir, alguns dos componentes materiais presentes nas coleções; suas características químicas, físicas e mecânicas; e sua suscetibilidade aos fatores mais comuns de degradação, considerando sua pré-disposição intrínseca e os agentes externos.

1. Materiais encontrados nas coleções

1.1. Materiais inorgânicos

Os materiais inorgânicos são classificados a partir da Química Inorgânica como substâncias que não contêm o carbono em sua estrutura química; compreendem, aproximadamente, 95% das substâncias existentes na terra, e nas coleções aparecem sob a forma de objetos metálicos ou minerais, combinados ou não com substâncias orgânicas. Ao compreender suas estruturas, propriedades e mecanismos de reação/transformação, é possível definir a guarda, a exposição e as regras de manuseio. Intervenções específicas, como limpeza e consolidação, dependem de uma formação especializada e não devem ser executadas sem treinamento ou acompanhamento de um profissional que efetivamente tenha experiência e conhecimento na área.

METAIS

De todos os objetos em coleções de museus, os objetos metálicos são os mais difíceis de tratar, tanto no momento da escavação [X] no caso dos arqueológicos [X], quanto nos procedimentos de conservação e armazenagem. A corrosão é um dos maiores fatores de degradação desse material inorgânico, sendo mais rápida nas superfícies metálicas contaminadas por sais, ácidos orgânicos voláteis e amoníaco, presentes no ambiente como poluentes ou nos materiais de limpeza.

Propriedades dos metais

Propriedades físicas: os metais são sólidos em temperatura ambiente, com exceção do mercúrio; apresentam elevada condutividade térmica e elétrica, opacidade ou brilho metálico; possuem boa plasticidade e resistência elevada aos esforços mecânicos.

Propriedades químicas: a maioria dos metais é reativa, ou seja, é raro encontrar na natureza metais puros, e é exatamente esta característica que os define. A maior vulnerabilidade dos metais é sua tendência à oxidação, manifestada através da corrosão. Estas características definem sua reação à água, sais, ácidos e amônias.

Corrosão: A corrosão se estabelece por um processo físico-químico entre o metal e o meio, reação que ocorre a partir da superfície e retorna o metal manufaturado (metalurgia) a um estado mineral, mais estável. Todo elemento tende a se

reduzir ao menor estado energético: no caso dos metais, seu regresso ao estado mineral ocorre de acordo com este preceito. É um processo irreversível, e a corrosão é reconhecida pela descamação ou pulverulência dos objetos metálicos. A corrosão do ferro é reconhecida pelo aparecimento de pontos amarelados e alaranjados sobre a superfície escura, com desprendimento sob forma de um pó avermelhado; no cobre, latão ou bronze, pelo aparecimento de uma camada de tom esverdeado, podendo ser áspera ou irregular; na prata, por uma camada negra; e no chumbo, por uma pulverulência branca. A corrosão ativa é identificada pela expansão contínua das manchas de degradação e pelo desprendimento de resíduos, em lascas ou pó, do objeto. Também pode ser identificada pela expansão do volume, à medida que o material se altera para formar os produtos de corrosão. Objetos em corrosão ativa não devem ser guardados ou expostos com outros objetos estáveis: a corrosão pode ser contraída por contato ou pela exposição ao mesmo ambiente atmosférico.

Meios adversos que contribuem para a degradação dos metais

Fatores físicos: os metais não sofrem alteração por índices elevados de iluminação. As pátinas, esmaltes e policromia empregados em sua superfície é que sofrem alterações. Considerando estas características, podem ser guardados e expostos em mobiliários abertos e mais ventilados, desde que o meio ambiente esteja controlado em relação à umidade relativa, poluentes e poeira. Na corrosão ativa é possível identificar uma rápida expansão do volume a partir da alteração das características químico-físicas do material na geração dos produtos de corrosão. Esta alteração dimensional é amorfa, apresenta um aspecto de crosta na superfície, com projeções irregulares e deformações dimensionais. Devido ao seu grau de dureza, quando combinado com elementos mais frágeis – como têxteis, madeira ou palha –, sua dilatação ou contração pode forçar a ruptura dos elementos agregados.

Fatores ambientais: A umidade relativa constitui um dos principais fatores de degradação dos metais: a água permite o transporte por difusão de numerosas substâncias dissolvidas (nos materiais de limpeza ou contato) ou em suspensão (poluição) e ativa as reações químicas de óxido-redução (corrosão). Vários textos recomendam uma umidade relativa entre 35 e 55%, mas estes níveis devem sempre considerar as diferenças de reações dos materiais mistos e as características ambientais (histórico climatológico) da região e do edifício responsável pela guarda do acervo. Recomenda-se que os objetos metálicos sejam sempre guardados em um mobiliário ou invólucros à parte, pois desse modo é possível

planejar a utilização de materiais-tampão [W] como sílica-gel [W] que possibilitem o controle da umidade do microambiente. Se há disponibilidade, a existência de uma sala específica nas reservas técnicas ou salas de exposições facilita o controle ambiental. Não é recomendável a presença compartilhada de objetos metálicos e objetos orgânicos [W] como papel, tecido, cestaria e madeira [W] em vitrinas fechadas, gavetas ou armários, pois a interação entre os objetos poderia ser prejudicial tanto aos metais quanto aos objetos orgânicos. Quando os objetos são mistos, vernizes ou materiais isolantes podem ser empregados entre as partes e o planejamento acurado depende de uma avaliação e definição de níveis de controle de umidade adequados a ambos materiais. Umidade relativa e poluição sempre atuam de maneira combinada, pois a umidade elevada potencializa a ação química corrosiva de elementos em suspensão e de poeira sobre os metais. A temperatura do ambiente é um fator a ser considerado: altas temperaturas podem gerar dilatação dos suportes, porém sua característica de maleabilidade não provoca danos dimensionais, a não ser em caso de emendas e da existência de outros materiais agregados.

Fatores químicos: Em química, um sal é um composto iônico, formado por cátions e ânions, produto de reações químicas. Na reação entre uma base e um ácido, forma-se sal e água; entre um metal e um ácido, forma-se sal e hidrogênio; e entre um óxido ácido e um óxido básico forma-se apenas um sal. Normalmente aparecem sob forma de cristais solúveis em água, com alto ponto de fusão, reduzida dureza e pouca compressibilidade. Os sais influenciam e são produto de reações de corrosão de natureza química, alterando a cor, a aparência, a textura e a resistência dos metais. Os poluentes atmosféricos sob a forma de gases participam do processo de corrosão pelo oxigênio, gás carbônico, nitrogênio e anidrido sulfuroso que, em contato com a água, geram ácidos corrosivos dos metais. Áreas marinhas ou centros urbanos movimentados são em geral os ambientes com maior proporção de poluentes, sendo por isso indispensável um estudo do posicionamento das salas de guarda e exposição desta tipologia de acervo. De uma maneira geral, todos os materiais são suscetíveis a essas condições, mas por meio de um diagnóstico é possível verificar a demanda institucional.

Fatores biológicos: certas bactérias anaeróbicas participam do processo de corrosão dos metais quando em meio líquido. Elas atuam em objetos arqueológicos submersos que, mesmo quando removidos da água, mantêm ativas as substâncias liberadas no processo metabólico, ainda que sem a presença dessas bactérias. O processo de degradação biológica realizado por este tipo de bactérias

denomina-se decomposição anaeróbica; durante este processo metabólico as bactérias libertam gases com odores bastante desagradáveis.

ARTEFATOS LÍTICOS

Os artefatos líticos são aqueles objetos ou obras elaborados com componentes minerais sólidos. Estes objetos são oriundos das mais diversas culturas, tempos históricos e tipologias minerais. Podem compor acervos de arte, etnográficos, arqueológicos, mineralógicos e paleontológicos. Em estado bruto [W], base de pesquisas geológicas ou mineralógicas [W], produto da deposição [W] no caso de paleovertebrados, paleoinvertebrados e paleobotânica [W] ou resultante de manipulação e modulação intencional para a construção de ferramentas, artesanatos, objetos de arte e de uso, podem ser encontrados nas mais variadas coleções. Em coleções mineralógicas são chamados de rochas; em coleções antropológicas ou arqueológicas são chamados de artefatos líticos. Pedra-sabão, dolomita, mármore, arenito, jade, quartzo, alabastro são os materiais mais empregados em objetos artísticos devido à sua fácil manipulação.

Propriedades dos artefatos líticos

Propriedades físicas: sólidos, com estrutura e densidade variadas de acordo com sua característica mineralógica, que pode apresentar resistência elevada aos esforços mecânicos; possuem porosidades diversas, dependendo do material. A porosidade influencia diretamente na vulnerabilidade do material à degradação por cristalização salina, que é definida pela movimentação de água carregada de sais solúveis no interior do material. A porosidade influencia também na resistência do material à pressão e impacto.

Propriedades químicas: os artefatos líticos são não condutores de eletricidade. A composição química do material lítico determina suas propriedades e, em certos casos, é fator fundamental de conservação do material. Os materiais calcários, por exemplo, são extremamente sensíveis a ambientes ácidos em decorrência da presença de carbonatos. A pedra-sabão contém pirita em sua constituição. Piritas são compostos derivados de enxofre, bastante susceptíveis à corrosão. Desse modo, obras em pedra-sabão expostas a ambientes agressivos podem desenvolver pústulas em sua superfície, com a formação de derivados de pirita, que em geral são lixiviados pela água do local original, provocando perdas de material.

Meios adversos que contribuem para a degradação de materiais líticos

Fatores físicos: não sofrem alteração por radiação ou índices elevados de iluminação. As pátinas, esmaltes e policromia empregados em sua superfície é que podem sofrer alterações, assim como nos metais. Apesar da resistência física, as pedras podem rachar, fragmentar, descamar ou pulverizar-se em consequência de impactos mecânicos. Um impacto mecânico pode ser observado quando objetos líticos são guardados em uma mesma gaveta ou embalagem sem proteção: ao se movimentar, uma rocha bate em outra rocha gerando esse tipo de degradação.

Fatores ambientais: a água permite o transporte por difusão de numerosas substâncias dissolvidas ou em suspensão, gerando erosão, abrasão, pulverulência. A maior parte dos danos existentes nos líticos ocorre devido à umidade, que conduz à erosão da rocha e à degradação por sais cristalizados. Variações de temperatura e umidade não ocasionam danos, mas umidade elevada atua em sinergia com poluentes e gera ambientes propícios ao desenvolvimento de bactérias e microorganismos, inclusive líquens.

Fatores químicos: assim como nos metais, os sais influenciam nas reações de corrosão de natureza química dos materiais líticos; poluentes atmosféricos sob a forma de gases participam do processo de corrosão pelo oxigênio, gás carbônico, óxidos de nitrogênio e anidrido sulfuroso que, em contato com a água, geram ácidos corrosivos.

Fatores biológicos: líquens, algas e microorganismos podem se desenvolver na superfície de artefatos líticos e geram corrosão por abrasão e pela liberação de ácidos por atividade metabólica. As proteínas liberadas impregnam-se no material sob forma de gorduras e ácidos graxos, produzindo manchas e escurecimento do suporte. Cabe ressaltar que a presença destes materiais em artefatos líticos é fator de risco; entretanto, quando se trata de produtos arqueológicos oriundos de escavações, a manutenção destes resíduos é importante do ponto de vista da pesquisa científica, por representarem traços de atividades exercidas pelos homens que utilizaram tais artefatos.

CERÂMICAS

Os objetos de cerâmica são tão diversos como as culturas que os produziram, tanto em relação a métodos de fabricação, quanto a composição, estilo e uso. Como arte, artesanato ou artefato podem compor acervos de história, arqueologia, etno-arqueologia, etnologia e arte [W]moderna e contemporânea [W], considerando-se tempos distintos, da pré-história aos nossos dias.

A cerâmica resulta da transformação irreversível de uma pasta argilosa por seu cozimento. A argila dos objetos de cerâmica contém elementos e compostos como sílica, alumínio, substâncias plastificantes e impurezas, além de vários outros metais que caracterizam uma coloração distinta. As substâncias plastificantes contribuem para reduzir a contração e evitar a deformação da forma da peça durante o cozimento; incluem areia, conchas moídas, greta polida, além de matéria orgânica formada por gravetos, resíduos vegetais, cinzas, esponjas de água doce, tecidos e folhas que desaparecem na cocção. Estes materiais fornecem ao artesão uma pasta com características próprias, adequadas à técnica, à qualidade e ao produto final que se pretende alcançar. Quanto mais clara a cerâmica, maior a pureza da argila e sua resistência a um cozimento em altas temperaturas; quanto maior a temperatura de cocção, maior é a fusão dos componentes minerais e mais resistente é a cerâmica. As cerâmicas não cozidas, comuns em acervos de pré-história americana, tornam-se friáveis e pouco resistentes.

Propriedades das cerâmicas

Propriedades físicas: Materiais confeccionados em argila não são sensíveis à luz, mas os pigmentos, pátinas ou vitrificados coloridos podem alterar sua aparência por ação de raios ultravioleta e calor de luz infravermelha. Apesar de resistentes, as cerâmicas são menos rígidas do que as rochas ou os metais e podem sofrer desgaste, trincas, ruptura ou esfacelamento se submetidas a pressões provocadas por quedas, impactos ou forças externas. Os vitrificados de superfície geralmente compõem padrões decorativos de cores distintas e podem ter silício, sódio, potássio, cálcio, chumbo e óxidos metálicos em sua composição. De uma maneira geral, na cocção o artesão deve sempre procurar equiparar a estrutura do vitrificado com o corpo da cerâmica para evitar que ocorra um quebradiço na superfície, mas variações bruscas da temperatura ambiente podem produzir estas degradações.

Propriedades químicas: do ponto de vista mineral, a argila representa uma família complexa, caracterizada pela afinidade com a água e pela capacidade de

trocas iônicas com o meio. Estas características podem ocasionar degradações semelhantes às dos metais, com deposição ou exsudação de cristais de sais a partir de sua exposição à umidade elevada do ambiente em que se encontra. Compostos salinos podem fazer parte da manufatura ou podem ser absorvidos do solo ou do ambiente externo, formando uma camada branca e cristalizada na superfície externa.

Meios adversos que contribuem para a degradação de cerâmicas

Fatores físicos: como outros materiais inorgânicos, as cerâmicas não sofrem alteração por radiação, mas os acabamentos vitrificados, as pátinas, os esmaltes, as resinas e a policromia de origem vegetal, animal ou sintética empregados em sua superfície podem sofrer alterações de coloração quando expostos à luz natural ou artificial. Os impactos mecânicos são os maiores fatores de degradação e são ocasionados por esforço físico em montagens de exposição, guarda e transporte.

Fatores ambientais: apesar de fazer parte do grupo de materiais inorgânicos, a cerâmica sofre com excesso, carência ou variações acentuadas de umidade. São significativamente mais frágeis as cerâmicas policromadas, as envernizadas, as produzidas em áreas salinas e as vitrificadas. Sob umidade relativa alta, pode haver proliferação de fungos e afloramento de sais inerentes, resíduos de enterramento ou deposição de sais atmosféricos. Sob umidade relativa baixa, ocorre a cristalização de sais. Sais solúveis absorvidos em soterramento reagem sob variação de umidade relativa e sua dissolução e recristalização geram desprendimento e esfoliação das superfícies vitrificadas.

Fatores químicos: abundante nas escavações, a cerâmica arqueológica pode ser encontrada em diversos estágios de conservação. As soluções que circulam no solo impregnam os materiais porosos com diversos tipos de sais, os quais irão se depositar no interior dos poros da cerâmica, formando cristais solúveis em água. Os sais influenciam nas reações de corrosão de natureza química; a variação da U.R.¹ acentua o afloramento e a deposição de sais solúveis e insolúveis, gerando abrasão, ruptura e perda da coesão física do suporte. A contaminação da cerâmica por sais solúveis pode ocorrer em peças arqueológicas, etnográficas ou naquelas submetidas a um ambiente hostil. O comportamento desses sais \square tanto na terra, na atmosfera ou no próprio objeto \square determina o grau de degradação das cerâmicas, conforme sua maior ou menor porosidade. Os cloretos, nitratos, fosfatos, sulfatos e carbonatos são os mais comuns. Em

climas semi-áridos e sítios próximos ao mar, os cloretos encontram-se presentes em maior quantidade; os nitratos se originam pela oxidação do nitrogênio liberado na decomposição da matéria orgânica e por bactérias simbióticas em raízes de plantas; os fosfatos também são provenientes da matéria orgânica decomposta; os carbonatos derivam de rochas calcárias e cinzas de madeira; os sulfatos provêm das cinzas, fertilizantes, oxidação de sulfetos minerais, proteínas ou outros componentes; o dióxido de enxofre geralmente aparece em atmosferas contaminadas.

Fatores biológicos: os ataques mais comuns são por fungos, musgo ou líquens e são provocados por umidade excessiva e temperatura alta. Ocasionalmente ocorrem a perda da coesão física do suporte, abrasão, desprendimento e queda da policromia.

VIDROS

Entre as matérias-primas utilizadas na fabricação dos vidros encontra-se o quartzo (sílica), misturado a sais de sódio e potássio como fundentes e a sais de cálcio como estabilizantes. Também são empregados sais e óxidos metálicos, como compostos de ferro, cobalto, cobre e manganês. O chumbo é agregado para aumentar a densidade e a qualidade óptica dos vidros. Trata-se de um material amorfo, pois carece da rede tridimensional ordenada que caracteriza os sólidos cristalinos. A estruturação da forma ocorre pela fusão desses componentes, gerando uma pasta líquida que é moldada ainda quente por sopro de ar frio. Industrial ou artesanal, sua confecção determina a espessura, o grau de impurezas e a qualidade do objeto. Os objetos de vidro da Antiguidade Clássica são caracterizados pela utilização de 70% de substâncias vitrificantes [W] a sílica [W] na sua elaboração, aprimorando sua dureza. Devido ao ponto de fusão elevado desses materiais (1710°C), são adicionados à pasta óxidos alcalinos e alcalinoterrosos para facilitar a moldagem e o resfriamento rápido. Ainda que se torne rígido e duro ao esfriar-se, seus átomos estão aleatoriamente ordenados da mesma maneira que nos líquidos, o que determina sua transparência característica. A inexistência de uma cadeia regular na sua microestrutura torna sua macroestrutura pouco resistente a esforços físicos. Enquanto os vidros são moldados por sopro, os cristais são rochas cristalinas entalhadas e lapidadas, o que garante o maior peso e resistência desses materiais.

Propriedades dos vidros

Propriedades físicas: sólido a partir da temperatura de fusão entre 1400 e 1500°C. A disposição aleatória de seus átomos permite que a luz o atravesse sem resistência, o que se nota pela sua transparência equivalente à da água. Como exposto acima, sua resistência é comprometida por essas características estruturais. Portanto, recomenda-se todo o cuidado na manipulação, guarda e exposição dessa tipologia de objetos: jamais pegue um objeto cerâmico ou de vidro pelas asas, bico ou demais elementos salientes; use luvas de silicone, pois as de tecido não promovem a aderência e podem escorregar; cuidado com tampas, peças de encaixar ou partes soltas; no transporte ou guarda, é imprescindível isolar um objeto dos outros para evitar impactos mecânicos. A exposição à luz pode acelerar a degradação provocada por problemas de manufatura, que promovem a descamação e a opacidade da superfície devido à exsudação (*weeping*) de componentes Ca^{2+} cálcio, potássio, sódio Na^{+} internos, lixiviados quando em contato com umidade alta.

Propriedades químicas: composto por várias matérias-primas, como quartzo (sílica), sais de sódio, potássio, chumbo, cálcio, que formam óxidos alcalinos, sulfatos, nitratos e carbonatos, quando submetidos à umidade elevada. Estes elementos proporcionam sua capacidade de troca iônica com o meio, gerando a deposição de cristais alcalinos na superfície, como nas cerâmicas, a partir da exsudação desses elementos. Estes mesmos componentes podem também, em condições de umidade relativa elevada, e principalmente no caso de vidros antigos, reagir com poluentes e formar sais que se cristalizam na superfície do vidro, causando o desenvolvimento de opacidade.

Meios adversos que contribuem para a degradação dos vidros

Fatores físicos: as radiações luminosas podem acelerar as alterações químicas por fatores ambientais extremos, alterando sua coloração por reações fotoquímicas. Vidros originariamente incolores, em razão da presença de dióxido de manganês, tendem a alterar sua cor numa graduação que pode ir de rosa pálido a rosa violáceo; vidros que contêm arsênio e selênio tendem a alterar sua cor para amarelo e ocre. Como sua resistência mecânica é frágil, os vidros são os objetos mais sensíveis a acidentes, impactos e pressões geradas por manuseio, exposição, guarda ou transporte inadequados. Os acidentes mais comuns ocorrem na manipulação desse tipo de material, por isso é importante que haja um cuidado redobrado.

Fatores ambientais: a umidade do ambiente condensa-se mais facilmente nesse material, formando um filme líquido em virtude da superfície de contato menos porosa; nesse processo, são formadas pontes de hidrogênio sobre as hidroxilas superficiais. A penetração ocorre a partir deste fenômeno e, considerando os materiais constitutivos, o vidro pode sofrer um ataque ácido a partir da hidrólise² da sílica e desagregação em decorrência de outros elementos que afloram na superfície e formam cristais salinos. Este fenômeno é chamado de exsudação ou *weeping*. Ataques alcalinos são mais degenerativos e promovem a lixiviação dos íons e a alteração do pH da superfície, que se torna mais alcalina (pH superior a 7). Os aspectos dessas alterações variam: desde a opacidade externa, primeiro estágio do ataque alcalino, até a iridescência, que transforma a transparência da camada superficial e pode criar crostas em processo de descamação. A iridescência é a perda de sua propriedade óptica em razão das transformações químicas da estrutura; gera uma superfície multicolor ou iridescente (que reflete as cores do arco-íris) devido à alteração de sua capacidade de propagação da luz. Estas degradações ocorrem por extratos e podem gerar esfacelamento, rachaduras e perda de suporte. Quando o vidro exhibe sinais de exsudação ou craquelês, ele deve ser removido de vitrinas, gavetas ou armários para não contaminar outros materiais; caixas térmicas contendo materiais-tampão podem ser utilizadas para estabilizar a umidade, que não deve ser inferior a 40% nem superior a 70%, pois níveis extremos [X] aquém ou além desses patamares [X] podem promover a degradação ativa por meio da manutenção de um ambiente propício às reações químicas. As temperaturas extremas ou alterações bruscas também promovem a contração e a dilatação do suporte, produzindo rupturas e fissuras. Nunca deve se expor um objeto vítreo a temperaturas altas naturais [X] insolação direta [X] ou artificiais [X] lâmpadas incandescentes [X], pois o calor acelera as reações em superfícies com degradação ativa e os câmbios dimensionais do material.

Fatores químicos: a exsudação (*weeping*), a formação de crostas e os craquelês (*crizzling*) são degradações geradas por alterações químicas promovidas tanto pelos componentes internos quanto pela deposição de elementos externos [X] gerados pela poluição atmosférica [X], ambos potencializados pela umidade do ambiente ou pela umidade depositada sobre a superfície. Os ácidos carbônicos produzem carbonatos; o ácido sulfúrico produz sulfatos em contato com a água.

Fatores biológicos: microorganismos como bactérias, algas, líquens e fungos contribuem para a alteração da superfície dos vidros em consequência de suas atividades metabólicas que geram produtos protéicos, ácidos ou alcalinos. Esses

ataques ocorrem geralmente em vidros encontrados em escavação, mas também em objetos submetidos a ambientes inadequados: umidade, poeira, componentes gordurosos (graxos) na superfície, certos adesivos e consolidantes proporcionam um meio nutritivo favorável ao aparecimento de microorganismos. Sua presença implica uma associação entre a corrosão química e a corrosão física.

1.2. Materiais orgânicos

A Química Orgânica é o ramo da química que estuda a estrutura, as qualidades, as propriedades, as características, a composição, as reações e a síntese de compostos químicos que contenham carbono em sua estrutura molecular, combinados ou não com outros elementos como o oxigênio e o hidrogênio. Todos os seres vivos são formados por esses elementos C carbono, hidrogênio e oxigênio O e, por essa razão, a idéia da química orgânica vem de uma hipótese construída pelos pioneiros da química de que cadeias de carbono-hidrogênio eram apenas produzidas por organismos vivos. No século XIX, Friedrich Wöhler produziu a síntese orgânica da uréia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) C um composto orgânico de significância biológica O por meio de um procedimento laboratorial: através da evaporação de uma solução aquosa de cianato de amônio (NH_4CNO), ele gerou uréia. Com essa reação, foi comprovada a falsidade de proposição de que apenas seres vivos eram capazes de produzir as cadeias de carbono-hidrogênio. Atualmente, define-se a química orgânica como simplesmente o estudo dos compostos baseados no carbono (apesar de alguns compostos inorgânicos também apresentarem o carbono em sua composição). Os compostos orgânicos que fazem parte de acervos são, em sua maioria, produtos da celulose (carbono-hidrogênio-oxigênio): resinas naturais, ceras, colas, gomas, óleos, plásticos, corantes, fibras animais e vegetais etc. Fica, portanto, claro que compostos orgânicos não são necessariamente produtos naturais, pois diversos compostos orgânicos são fabricados pela indústria. A vitamina C, por exemplo, encontrada na laranja, em nada difere da vitamina C sintética, produzida em laboratório ou em escala industrial.

MADEIRA/FIBRAS/TÊXTEIS/TELAS E PAPÉIS

Compostos de $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (celulose), a madeira, as fibras vegetais, os têxteis e os papéis são sujeitos aos mesmos tipos de degradação. Na qualidade de material orgânico, são particularmente ameaçados pelos ataques biológicos e pela umidade. Higroscópicos, são sujeitos a variação dimensional de acordo com mu-

danças de temperatura/umidade; o processo de contração e dilatação constante promove fissuras tanto nas macroestruturas quanto nas microestruturas. Especialmente fotossensíveis, são altamente degradáveis pela ação da luz, principalmente se compostos pigmentados orgânicos ou inorgânicos [W] em forma de policromia, pátina ou agudadas – estiverem em sua superfície.

Cestaria, tapeçaria, adornos, esculturas, artesanato, artefatos, móveis, pinturas sobre tela, documentos e livros pertencem a esta vasta categoria, combinados ou não com materiais inorgânicos, e respondem pela maioria das coleções de Arte, História, Antropologia, Etnografia e Arqueologia.

Propriedades dos materiais compostos por celulose

Propriedades físicas: como compostos de celulose ($C_6H_{12}O_6$), esses materiais, pigmentados ou não, são degradados por incidência indireta ou direta da iluminação natural ou artificial a partir da intensidade, proporção de raios UV e do tempo de exposição à luz. A maioria destes materiais são fibrosos, e apresentam, com exceção dos papéis, fibras com direção preferencial em sua estrutura, o que os caracteriza como materiais anisotrópicos, ou seja, materiais que apresentam propriedades físicas diferenciadas em função da direção de aplicação da força ou estímulo. A madeira, por exemplo, apresenta dilatação muito mais pronunciada na direção perpendicular à direção das fibras.


Propriedades químicas: as moléculas de celulose são poliméricas, moléculas grandes, formadas por pequenas unidades ligadas quimicamente. A celulose é bastante estável, entretanto, em condições de alcalinidade ou acidez, pode se deteriorar rapidamente, através do processo de hidrólise. Ou seja, os polímeros de celulose apresentam, no processo de degradação, diminuição do seu tamanho, formando moléculas menores. Esta diminuição de tamanho das cadeias de celulose ocasiona menor resistência mecânica do material. No caso de madeiras, as estruturas fibrosas de celulose são interligadas pela lignina, que efetua o papel de 'cimento' do material. A presença de lignina é, em geral, responsável pela acidificação do meio, quando a madeira é transformada em papel. A hidrólise, seja ela em meio ácido ou alcalino, é a principal fonte de degradação de materiais celulósicos.

Meios adversos que contribuem para a degradação de materiais celulósicos


Fatores físicos: Recomenda-se que a intensidade não exceda 80 lux³, o nível de UV não ultrapasse a faixa de 75 W/lm (microwatts por lúmen) e o tempo de exposição seja controlado. Contudo, os parâmetros de preservação dependem da especificidade de cada material: papéis, telas, têxteis, cestaria e madeira polícromada são mais sensíveis que objetos de madeira em estado bruto. O processo de degradação dessa tipologia de acervo devido às ações da luz ocorre pela formação de produtos ácidos, em maior ou menor intensidade, dependendo da presença de outras substâncias como a lignina, por exemplo, que irão, em última instância, modificar o pH do meio, gerando um meio ácido e provocando a intensificação do processo de hidrólise. As rupturas ao nível molecular potencializam-se e se manifestam por meio da menor resistência mecânica. A maleabilidade e a resistência estrutural dependem da dureza da matéria; assim, objetos de madeira são mais rígidos do que os têxteis, as cestarias ou aqueles confeccionados em papel; porém, uma característica comum a todos é a capacidade higroscópica, promovendo sua variação dimensional [↔] expansão e contração [↔] a partir da absorção ou da perda de água nas trocas com o ambiente externo. Para o planejamento de suportes de exposição, embalagens de transporte ou guarda, é recomendável que cada objeto seja observado tendo em conta suas características de resistência e maleabilidade. Suportes maleáveis podem dobrar e deformar sua estrutura, rompendo as fibras dos papéis, tecidos e cestas; portanto, é importante projetar um suporte que envolva o objeto de maneira a moldar-se à sua forma original. Suportes rígidos confeccionados em madeira, cascas, cabaças, cocos e sementes podem romper em razão de variações dimensionais, impactos mecânicos ou pressões externas.

Fatores ambientais: calor e umidade interagem de maneira combinada com outros fatores e potencializam as degradações por radiação e por deposição de poluentes, bem como promovem um ambiente favorável à proliferação biológica nessa tipologia de acervos orgânicos. A umidade ambiental elevada (acima de 70%) acelera a degradação química e o desenvolvimento de microorganismos; umidade baixa (inferior a 30%) resseca os suportes e os torna quebradiços; flutuações de temperatura e umidade provocam ruptura da estrutura devido ao esforço físico ocasionado pela dilatação e contração constantes. Os ambientes mais frios, em torno de 20 a 25°C, são os mais indicados. Contudo, o histórico do ambiente do edifício e da região é primordial para a avaliação das condições ambientais, a introdução de equipamentos e o estabelecimento de programas de monitoramento e controle. Cabe ressaltar que monitoramento sem compilação e avaliação dos dados não serve para nada: muitas instituições têm milhares de

folhas de termohigrógrafos não identificadas, nem compiladas ou analisadas. Por sua vez, equipamento sem controle periódico, avaliação da resposta dos acervos aos parâmetros propostos e ajustes sazonais podem induzir a erros e equívocos nas indicações de controle ambiental.

Fatores químicos: desde o século XIX, os danos causados pela poluição vêm se tornando evidentes. O CO_2 e o SO_2 , liberados pelas indústrias e pelos carros, associados à umidade do ar, provocam a formação de compostos ácidos. As impurezas sólidas e gasosas presentes no ar têm efeitos prejudiciais sobre os compostos de celulose: o pó, a terra, a fuligem, o pólen e outros corpos podem aderir às superfícies dos materiais, provocando reações químicas e concentrando os gases e a umidade do ambiente. Os poluentes mais ativos são o dióxido de enxofre (SO_2) e o anidrido sulfúrico (SO_3), gases sulfurosos produzidos pela combustão do petróleo  característico dos grandes centros urbanos e locais de trânsito intenso. Para minimizar a ação dos poluentes em objetos e documentos é necessário evitar as salas próximas ao trânsito de automóveis e deixar as janelas fechadas ou protegidas por filtros (cortinas, telas etc.). Além da poluição externa, a fumaça de cigarros, charutos ou cachimbos libera nicotina, fuligem e outros poluentes que agredem diretamente os materiais, deixando resquícios degradantes. A acidez, a alcalinidade e a oxidação ocorrem tanto pelos agentes de degradação internos, como pela combinação dos agentes externos, sendo a poluição um fator dos mais atuantes nos processos de reação. O processo de degradação de materiais celulósicos apresenta como resultado final a perda de resistência mecânica. A acidificação é caracterizada nos materiais celulósicos pelo aparecimento de manchas marrons, amarelecimento, perda de rigidez e fragmentação (tornam-se quebradiços). A acidez é medida pelo Potencial Hidrogeniônico (pH) inferior a 7. A alcalinidade, pH superior a 7, promove degradações semelhantes, sendo mais comum nos materiais onde foram deixadas reservas alcalinas para combater a acidez. O relatório da EPA⁴ (United States Environmental Protection Agency) listou 73 poluentes em níveis distintos de concentração tóxica nos ambientes internos de edifícios modernos e prédios históricos restaurados de áreas urbanas movimentadas. Destas 73 substâncias, 38 provêm de materiais de construção e equipamentos, 26 da evaporação de água, 17 da contaminação do ar externo, 12 da fumaça de cigarro e 9 da fumaça de veículos estacionados em garagens ou circulando em vias próximas aos edifícios. A lista da EPA demonstra que há inúmeras fontes de contaminação química e que, em função dessa característica, o melhor método para lidar com essas substâncias é identificá-las, evitá-las ou diluí-las por meio de uma troca

controlada e contínua do ar interno a partir de sistemas de ventilação e climatização. Nos sistemas de ventilação e climatização, o uso de telas reticuladas e filtros químicos é indispensável na elaboração de projetos específicos. Os filtros de carvão ativado são aplicados em ambientes contaminados, removendo alguns produtos gasosos. Sistemas mais complexos de filtragem envolvem a aplicação de substâncias reativas sobre um suporte inerte, que reagirão com poluentes específicos. Estes filtros, em especial, apresentam elevado custo de instalação, além de requererem manutenção periódica e substituição, devido à perda do material reativo (filtros a base de zeólitas e permanganato de potássio filtram os poluentes atmosféricos sob a forma de gás carbônico, derivados de nitrogênio e anidrido sulfuroso, ácido acético e demais compostos que em contato com a água geram deposições e dispersões ácidas).

Fatores biológicos: a biodegradação de materiais orgânicos compostos por celulose ocorre pela ação de microrganismos, insetos, aves e animais a partir de atividades metabólicas de alimentação, excreção e contato. Materiais orgânicos confeccionados em palha, papel e tecido podem ser, e são em muitas instâncias, utilizados para a composição de ninhos e casulos, mas os danos maiores são provocados por insetos xilófagos que devoram essa tipologia material. Limpeza, inspeção periódica e controle são as armas mais eficazes; o uso de produtos químicos deve considerar os riscos à saúde, efeitos residuais e impregnação de substâncias nos objetos, que acabam por ser tão daninhas quanto os ataques biológicos. Essas questões serão abordadas no Caderno Técnico 7  Controle de pragas.

COUROS, PERGAMINHOS E PELES

Adornos, adereços, vestuário, mobiliário, documentos, peles taxidermizadas e animais empalhados configuram os acervos constituídos por couro, pergaminho ou pele animal. Compostos por materiais mistos; pintados ou *in natura*, esses elementos são tão suscetíveis às degradações por iluminação, poluentes, ataques biológicos e fatores ambientais quanto os materiais compostos por celulose. Além dessas deteriorações externas, problemas congênitos decorrentes dos processos de curtimento e de manufatura pela adição de pregos, tachas e elementos metálicos, podem contribuir para a degradação desse material. A denominação de pergaminho vem do grego *pergaméne* e do latim *pergamina* ou *pergamena*, e deriva da cidade grega de Pérgamo, amplo centro de comércio, inclu-

sive com o Egito e o Oriente Médio. Geralmente confeccionado em pele de cabra, carneiro, cordeiro ou ovelha, é preparado para se obter uma superfície porosa ideal à escritura [X] nem muito porosa de modo que disperse a tinta, nem muito plástica inviabilizando a penetração de pigmentos. Ainda hoje, diplomas, capas de livros e objetos artesanais são confeccionados em pergaminho.

Propriedades dos materiais compostos por pele, couro e pergaminhos

Propriedades físicas: como elementos higroscópicos, são suscetíveis às variações de temperatura e umidade; sua elasticidade, maleabilidade e dureza dependem da espessura, tratamento, corte e moldagem. A resistência física dos materiais decorrerá dessas características específicas: couros mais grossos e duros podem romper quando submetidos a impactos físicos; couros menos espessos podem rasgar e sofrer abrasão por manuseio, exposição, guarda e transporte inadequados.

Propriedades químicas: o processo de curtir o couro depende de procedimentos prévios que incluem a imersão em cal, a raspagem, o estiramento e a secagem, produzindo a eliminação dos pêlos e a saponificação da gordura estrutural. Por meio desse método, são removidos os pêlos externos e as partes internas da pele, obtendo-se a espessura desejada para posterior planificação. O couro curtido vegetal era obtido até o início do século XIX submergindo-se as peles previamente tratadas em infusão em água de matéria vegetal rica em taninos, composta de madeiras, folhas, frutos e raízes vegetais. Os taninos vegetais modificam a estrutura molecular do colágeno e transformam pele em couro, promovendo maior qualidade no curtimento. Uma vez curtida a pele, o couro é impregnado de óleos, resinas e ceras vegetais para adquirir maior flexibilidade.

Meios adversos que contribuem para a degradação de materiais em pele

Fatores físicos: objetos confeccionados em couro ou pergaminho são fotosensíveis, recomendando-se uma exposição de até 150 lux e uma radiação UV de, no máximo, 75 W/lm (microwatts por lúmen). Couros pintados ou tingidos são mais sensíveis e devem ser submetidos apenas a um máximo de 80 lux. Uma vez que o dano provocado pela iluminação [X] natural ou artificial [X] é irreversível e cumulativo, é importante limitar o tempo de exposição, a incidência direta de luz do sol ou de lâmpadas, pois podem provocar o descoloramento, o

ressecamento e a degradação fotoquímica do objeto por meio da geração de proteínas com estruturas menores e menos resistentes, resultantes da hidrólise ácida. A resistência mecânica depende de características de dureza e maleabilidade obtidas na confecção: mais resistente que as fibras vegetais, a pele animal suporta uma tensão maior; no entanto, tende a sofrer deformações por dobra e mal posicionamento do suporte. Desta maneira, é indispensável o uso de máscaras ou recheios adequados à forma do objeto para sua exposição ou acondicionamento.

Fatores ambientais: peles, couros e pergaminhos devem ser protegidos de níveis extremos \square excessivamente altos ou baixos \square e flutuações de umidade. Quando submetidos a U.R. inferior a 30%, o couro desidrata e torna-se quebradiço, perdendo resistência e flexibilidade. Umidade relativa superior a 70% estimula o crescimento de microorganismos e a degradação por hidrólise das fibras do couro. As flutuações podem causar o enrijecimento do couro e/ou a migração de taninos de manufatura que tornam o couro escuro, opaco, quebradiço e pulverulento. Vários autores indicam, como ideais, uma umidade entre 45 e 55% e uma temperatura entre 18 e 20°C; contudo, esses parâmetros não são fixos e dependem de uma série de fatores, como o histórico ambiental da sala e as características regionais.

Fatores químicos: couros curtidos vegetais podem apresentar o “cancro vermelho”, manchas pulverulentas de coloração avermelhada, que degradam a superfície mal trabalhada. Esta é uma degradação congênita que pode acelerar-se em ambientes desfavoráveis e potencializar-se a partir da formação de cadeias protéicas que atraem microorganismos. O curtido de alúmen ou branco é obtido pela imersão da pele tratada em uma mistura de alúmen comum ou alúmen de potássio – um sulfato duplo hidratado de alumínio e potássio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$), obtido a partir da pedra-ume \square acrescido de sal, farinha, gema de ovo e água; esta formulação produziu durante séculos um couro suave e flexível, de tonalidade clara extremamente suscetível à absorção de água. A partir do século XX, os taninos vegetais foram substituídos por substâncias químicas sintéticas ou pelo curtido mineral à base de sais de cromo e zircônio (identificado por uma linha verde azulada na borda cortada). Esses procedimentos aceleram a deterioração dos couros por meio da reação de substâncias como o dióxido de enxofre, ácido acético e nitratos: as fibras do couro se rompem e são reduzidas a pó. O uso de alúmen de sódio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$), composto por cristais eflorescentes solúveis em água, como mordente e no tingimento, acelera a formação de compostos ácidos em ambientes úmidos. A taxidermia emprega os

mesmos procedimentos e é usada para a criação de coleção científica ou para fins de exposição. Na preparação de animais para taxidermia, são usadas diversas técnicas como: preparação de esqueleto, preparação de pele cheia, preparação de pele em curtume, diafanização, infiltração em parafina, fixação e montagem. É preciso ter cuidado com a manipulação de peles de exemplares montados: o emprego de DDT, bem como de produtos de imunização como o BHC, é perigoso e pode causar intoxicações e irritações na pele. Cabe ressaltar que estes produtos estão banidos do mercado e são cancerígenos. O uso de luvas e máscaras para o manuseio de coleções é indispensável, principalmente quando se trata de materiais orgânicos.

Fatores biológicos: os objetos em couro são sensíveis ao crescimento de microorganismos, diagnosticado pelo aparecimento de mofo e manchas de coloração distinta, desfigurando e debilitando a estrutura superficial deste material. Uma vez que o couro, por sua natureza protéica, é uma fonte de alimento, condições ambientais inadequadas salas com umidade relativa superior a 65% e temperatura elevada, ambientes fechados e mal iluminados aceleram o crescimento de fungos e atraem insetos coleópteros. Conforme a coloração do couro é possível identificar os filamentos hifas ou folículos pilosos na superfície, que podem impregnar as estruturas internas por meio dos craquelados ou das gretas. Objetos contaminados devem ser isolados dos demais para evitar o contágio. Para sua limpeza emergencial recomenda-se levar o objeto para um ambiente ventilado e limpo; caso esteja molhado, o uso de secador pode auxiliar, sempre tomando o cuidado para não concentrar o ar quente na superfície ou secar em demasia, gerando ressecamento. Após a secagem, o uso do aspirador evita que os esporos sejam espalhados no ambiente. Após o secador, um pano de limpeza eletrostática pode finalizar a limpeza superficial. Para tratamentos mais profundos, o emprego de álcool isopropílico em concentração de 40% (volume/volume) é recomendado pelo ICC; porém, tratamentos químicos devem ser feitos por pessoas treinadas ou especialistas, pois sempre significam riscos potenciais.

ÂMBARES, CERAS E RESINAS

Coleções de museus podem ser compostas por ceras, resinas e âmbar e aparecem sozinhas ou em composições mistas em artefatos, moldes, selos e obras de arte. O âmbar é uma resina fóssil de origem vegetal, eventualmente

confundida com mineral. Objetos arqueológicos confeccionados em âmbar, quando em contato com o solo, alteram-se profundamente: sua superfície, originariamente homogênea, pulveriza-se, aparecendo fissuras que prejudicam tanto seu aspecto quanto sua consistência. A cera, contida nos moldes, lacres e velas, apesar de muito estável quimicamente, é um material sensível a temperaturas extremas, altas ou baixas; além de atrair e manter o pó sobre sua superfície. Os hidrocarbonetos podem ser utilizados na limpeza, tomando-se o cuidado de não destruir as texturas dos selos e outros objetos. Resinas vegetais podem aparecer como complementos, elementos de ligação e encaixe dos mais variados tipos de materiais.

Propriedades dos materiais compostos por âmbar, ceras e resinas naturais

Propriedades físicas: Ceras são pouco resistentes; as resinas têm resistência física variada e âmbares são altamente resistentes. Esses materiais tornam-se brilhantes quando friccionados, não são transparentes, mas podem ser translúcidos. Acima de 40°C, fundem sem se decompor; um pouco acima do seu ponto de fusão, não formam facilmente fios e são maus condutores de calor e de eletricidade.

Propriedades químicas: resinas e ceras possuem resistência e solubilidade que dependem da temperatura. As ceras e resinas apresentam composições químicas muito diferentes. Entre elas, podem citar-se: as ceras compostas de duas ou mais ceras diferentes ou de uma ou várias ceras com uma outra matéria (por exemplo, a cera composta de parafina e polietileno utilizada como revestimento); a cera composta de parafina e ácido esteárico, utilizada como matéria-prima na fabricação de velas; a cera composta de cera de hidrocarbonetos oxidados e um emulsificante; as ceras para lacrar ou as ceras de composição semelhante, qualquer que seja a sua apresentação.

Meios adversos que contribuem para a degradação do âmbar, ceras e resinas naturais

Fatores físicos: de uma maneira geral, esses materiais não são sensíveis à luz. Ceras e resinas reagem ao calor, mas não à umidade, pois são hidrófobos (têm aversão à água). A maioria das resinas naturais apresentam embaçamento quando expostas à água. Produtos fossilizados não são sensíveis nem à incidência luminosa, nem ao calor, mas reagem à umidade. A força estrutural de



objetos confeccionados em âmbar, ceras ou resina depende do grau de dureza desses materiais, ou da sua pré-disposição congênita.

Fatores ambientais: quando submetido a U.R. inferior a 30%, o âmbar pode tornar-se quebradiço e pode descamar em virtude da presença de sais higroscópicos. Ceras e resinas são mais suscetíveis a temperaturas elevadas, podendo ocorrer a exsudação e a dissolução dos materiais compostos em sua manufatura.

Fatores químicos: de uma maneira geral, a deposição de poeira e a submissão aos poluentes atmosféricos podem degradar esses materiais. A maioria das ceras é muito estável quimicamente, sendo mais susceptíveis à degradação da forma por agentes físicos. As resinas naturais em geral amarelecem pela exposição à luz.

Fatores biológicos: não há evidências alarmantes sobre o ataque biológico sobre âmbar, resinas ou ceras, uma vez que os óleos e as substâncias que produzem os odores desses materiais são normalmente repelentes naturais.

MARFIM, DENTES, CHIFRES, CASCOS E OSSOS


Marfins e ossos são utilizados desde o período neolítico para a confecção de objetos, artefatos, adornos, e aparecem em coleções museológicas artísticas, históricas, antropológicas, etnográficas, de vertebrados e paleovertebrados, em diversos formatos, peso, tamanho, coloração e composição. O marfim é um material extraído das presas dos elefantes: estas presas não possuem raízes, sua parte terminal é maciça  carente de esmalte e formada por dentina , enquanto o outro extremo, incluso no alvéolo, apresenta uma cavidade dentária, responsável pelo crescimento do dente na vida do animal. Sua massa é composta por uma mistura de materiais orgânicos e inorgânicos. As maiores zonas de produção no período moderno eram Angola, Cabo da Boa Esperança, Natal, Guiné, Egito, China, Ceilão e Índia. O marfim pode assumir características diferenciadas de acordo com sua procedência: o marfim da Guiné e do Sião torna-se mais branco com o tempo; o marfim proveniente do Cabo, de cor “vermelho mate”, torna-se amarelecido; o marfim fóssil da Sibéria apresenta muitas rachaduras longitudinais e o marfim extraído de animais marinhos apresenta um aspecto acetinado, em decorrência da concentração de extratos oleosos nas presas.

Propriedades físicas: como materiais anisotrópicos, apresentam contração e dilatação diferenciadas em função da direção de aplicação da força ou estímulo. Expostos à luz solar e à radiação artificial fluorescente, esses materiais tornam-se quebradiços, mudando de cor e apresentando manchas e rachaduras. Tanto o osso quanto o marfim têm características físicas e químicas comuns: ambos possuem como principais constituintes inorgânicos o fosfato de cálcio associado ao carbonato e ao flúor [W], o tecido orgânico consiste em osteína, presente em aproximadamente 30% do material. Apesar destas semelhanças, estes materiais se caracterizam por uma microestrutura específica: o osso apresenta grão largo com lacunas características; o marfim mostra um tecido mais denso, denominado dentina, que se distingue pela presença de uma película composta por pequenas zonas reticulares, originadas pela interseção das estrias que irradiam do centro do colmilho. Estas diferenças microestruturais marcam as características específicas dos objetos confeccionados em marfim e dos confeccionados em osso: em razão de sua composição mais densa, o marfim é um material mais permanente.

Propriedades químicas: de 60 a 64% dos materiais ósseos, marfins e afins são quase que exclusivamente compostos de fósforo, cálcio e magnésio, além de uma porção de carbonatos existentes na substância gelatinosa formada por água, material protéico e estes elementos. Esta matéria ocorre junto à matriz inorgânica, sendo composta por colágeno (proteína) e uma pequena parte de lipídios. Ambos os materiais são extremamente parecidos no momento em que são trabalhados; no entanto, com o tempo, o marfim conserva seu aspecto original enquanto o osso torna-se mais poroso, opaco e escurecido.

Meios adversos que contribuem para a degradação de materiais em marfim e ossos

Fatores físicos: como descrito anteriormente, essa tipologia de objetos não deve ser submetida à incidência direta de luz natural ou artificial. Os índices recomendados são de até 150 lux e ultravioleta de até 75 W/lm (microwatts por lúmen). Objetos adornados com camadas de policromia, resinas e ceras coloridas são mais sensíveis; portanto, os níveis devem ser inferiores a 50 lux. O controle da sala de exposição deve ocorrer por meio de um planejamento de vitrinas, suportes e sistemas de iluminação, evitando as irradiações diretas. Nas áreas de Reserva Técnica é indispensável planejar móveis e embalagens que protejam esses materiais da iluminação desnecessária, bem como de eventuais impactos ou esforço estrutural. Para a guarda do material osteológico [W] crânios e esque-

letais  os frascos de acondicionamento devem atender às especificações propostas por Cosgrove (1995: 205-206): o corpo dos tubos deve ser feito de polietileno homopolímero de alta densidade ou polipropileno, com tampa de polietileno de baixa densidade e batoque.

Fatores ambientais: dos materiais mencionados, o marfim é o mais sensível às flutuações e às alterações bruscas nos níveis de U.R. em virtude de sua capacidade de absorver e liberar umidade, pois suas características higroscópicas são equivalentes às da madeira. A dilatação e a contração promovidas nesse processo ocasionam fissuras, deformações e protuberâncias, sendo mais degradantes em miniaturas, objetos delgados de pequeno porte, detalhes ornamentais e objetos mistos. Os níveis de recomendação comumente indicados em bibliografia são em torno de 25°C e UR entre 50 e 60%; cabe lembrar que essas recomendações foram projetadas para áreas localizadas em países de clima temperado e que a avaliação de riscos compreende a conjugação, o sinergismo e a interação de fatores. Ambientes limpos, ventilados, com um planejamento tópico de controle ambiental ou mecânico controlado podem ser implementados como metas viáveis que podem tornar adequadas as áreas de guarda e exposição.

Fatores químicos: estes materiais apresentam sensibilidade ao calor e à umidade, a água causa a hidrólise da osteína, destruindo a estrutura orgânica de sua composição interna, enquanto que, sob a ação dos ácidos, há uma desintegração rápida de sua estrutura inorgânica. As incrustações salinas são comuns e ocorrem pela combinação da deposição de sujidade com a penetração de água, principalmente nos artefatos arqueológicos.

Fatores biológicos: raramente microorganismos, insetos, animais e aves são atraídos por esses materiais. Em espécimes vertebrados, processos de taxidermia ou limpeza incorretos podem ocasionar a manutenção de resíduos orgânicos, restos de carne ou tecidos que atraem microorganismos e insetos, promovendo infestações.

CONCLUSÃO

Apesar de sucinta, esta explanação teve por objetivo apresentar conceitos básicos relacionados à maioria dos materiais constitutivos das coleções. Ao identificar sua natureza, propriedades químicas e físicas, bem como a maneira como fatores físicos, químicos, ambientais ou biológicos interagem e atuam em relação à composição de sua matéria específica, tivemos por intenção oferecer informações que possam ser úteis ao diagnóstico dos processos de degradação.

Fica clara a importância do controle de temperatura e da umidade relativa para amenizar os processos de degradação da maioria dos materiais, principalmente em consequência dos danos causados pela hidrólise.

Referências

AAM. *CARING for collections: strategies for conservation, maintenance and documentation*. Washington: American Associations of Museums, 1984.

BAKER, Mary. Synthetic polymers. In: ROSE, Carolyn L; TORRES, Amparo R. Storage of natural history collections. Pittsburgh, Pa.: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1995. p. 305-324.

BERDUCOU, M.C. (Org). *La conservation en archéologie*. Paris: Masson: 1990.

BORHEGYI, Stephan. Curatorial neglect of collections. *AAM Newsletter*, Washington, v. 35, n. 2, p. 194-200, 1965.

BROWN, Geoffrey. Arrow storage tray. 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. 23-24.

CLAERHOUT, Adriana (Org). *Ethnographical conservation and the museum curator*. Madrid: ICOM, 1972.

COLLINS, Chris. *Care and conservation of palentological material*. London: Butterworth, 1995.

COSGROVE, James. Tub and divider system for fluid collections. In: ROSE, Carolyn L; TORRES, Amparo R. de.. Storage of natural history collections. Pittsburgh, Pa.: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1995. v. 2, p. 205-206.

DARDES, Kathleen. Recent developments in preventive conservation. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CONSERVADORES-RESTAURADORES DE BENS CULTURAIS. SEMINARIO, 7.: 1994. Rio de Janeiro. Panorama atual da conservação na America Latina: *Anais...* Petropolis: 1994. p. 46-50.

DARLING, Pamela. *Preventive planning program*. Washington: ARL, 1982.

DUCHEN. *Archive buildings and equipments*. London: ICA, 1989.

E.C.C.O. Professional Guidelines (I), 1993, Brussels,
<http://palimpsest.stanford.edu.byorg/ecco/>

FITZGERALD, Gerald. Corrugated polyethylene foam drawer liners. In: ROSE, Carolyn L; TORRES, Amparo R. de.. Storage of natural history collections. Pittsburgh, Pa.: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1995. v. 2, p. 35-36.

GERHARD, C. Preventive conservation in the tropics. New York: New York University Conservation Center, Institute of Fine Arts, 1990.

HATCHFIELD, Pamela. Wood and wood products. In: ROSE, Carolyn L; TORRES, Amparo R. de. Storage of natural history collections. Pittsburgh, Pa.: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1995. v. 1, p. 283-290.

IIC INTERNACIONAL CONGRESS. Preventive Conservation: practice, theory and research. Ottawa: IIC, 1994.

International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property. La Normas mínimas para la conservación de los. Paris: ARAAFU, 1992.

MICHALSKI, Stefan. Conservación de las colecciones de museos: enfoque sistemático. Madri: ICC, 1992.

NOTAS DEL ICC. Ottawa: Canadian Conservation Institute/C.N.C.R-DIBAM, 1998.

RANKIN, Katherine Boyd. Mounting system for herbarium specimens. 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. 1-4.

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.

ROSE, Carolyn L.; TORRES, Amparo R. de (Ed.). Storage of natural history collections: ideas and practical solutions. Pittsburgh, Pa.: Society for the Preservation of Natural History, 1992. (v. I e II).

SOUZA, Luiz Antônio Cruz. A importância da conservação preventiva. Revista da Biblioteca Mário de Andrade, São Paulo, v. 52, p. 87- 93, jan. 1994.

STAMBOLOV, T. The corrosion and conservation of metallic antiquities and works art. Amsterdam: Central Research Laboratory for Objects of Art and Science, 1985.

STORY, Keith. Approaches of pest management in museums. Suitland, Maryland: Smithsonian Institution, 1985.

SUZUMOTO, Arnold. Storage containers for fluid-preserved specimens. 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. 217-220.

THE GETTY CONSERVATION INSTITUTE. Conservación Preventiva: colecciones del museo y su medio ambiente. Oaxaca, México: Noviembre, 1995 (Cuadernos técnicos para curso de formación).

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

THOMPSON, J.M.A. The manual of curatorship: a guide to museum practice. 2. ed. Oxford: Butterworth, 1992.

TORRACA, G. Scientific methodologies applied to works of art. In: *Proceedings of the Symposium on Scientific Methodologies Applied to Works of Art*. Milan: Parrini, 1986. p. 108-109.

Notas de pe de pagina

Pg 12

1 Umidade Relativa é a relação existente entre a umidade absoluta do ar e a umidade absoluta do mesmo ar no ponto de saturação, à mesma temperatura. Indica-se normalmente em (% U.R.).

pg 14

2 Hidrólise é um termo oriundo da definição de Arrhenius de ácidos e bases, e significa "quebra pela água". A hidrólise é uma reação entre um ânion ou um cátion e a água. A hidrólise ácida desagrega as estruturas protéicas e os compostos de celulose.

Pg 18

3 Essas condições de exposição à luz têm sido amplamente discutidas na literatura e os parâmetros podem variar entre 50 e 80 lux, sendo que o conceito de carga de exposição é o mais adotado pela pesquisa em Conservação Preventiva.

Pg 20

4 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Common indoor pollutants, their sources and known health effects. In: Environmental Protection Agency. *EPA indoor air quality implementation plan*. Washington, D.C., Office of Research and Development, Office of Air Radiation, 1987.