

ACONDICIONAMENTO E MANUSEIO DE ARTEFATOS ARQUEOLÓGICOS METÁLICOS: REFLEXÕES E PROCEDIMENTOS

Guadalupe do Nascimento Campos^{*}

Marcus Granato^{**}

Antonieta Middea^{***}

Introdução

Artefatos constituem-se em marcas e registros da atividade humana. Através desses vestígios, que resistem à passagem do tempo, é possível identificar tecnologias, materiais, simbolismos e costumes que propiciam construir narrativas que nos fazem entender, em parte, como as sociedades se desenvolveram no passado e mesmo prospectar caminhos para o futuro. Nesse sentido, os artefatos arqueológicos possibilitam revelar os mais variados aspectos da vida dos grupos sociais.

A partir da pesquisa arqueológica, essa materialidade passa a fazer parte de coleções, patrimonializadas ou musealizadas, e constituem-se inclusive em patrimônio cultural da ciência e tecnologia (PCC&T) que, segundo Granato, inclui o...

conhecimento científico e tecnológico produzido pelo homem, além de todos aqueles objetos (inclusive documentos em suporte papel), coleções arqueológicas, etnográficas e espécimes das coleções biológicas que são testemunhos dos processos científicos e do desenvolvimento tecnológico. Também se incluem nesse grande conjunto as construções arquitetônicas produzidas com a funcionalidade de atender às necessidades desses processos e desenvolvimentos (GRANATO, 2009, p.79).

Para além do valor científico que pode ser atribuído a esses bens culturais, outros valores também podem ser reconhecidos, como o histórico, o artístico, o religioso, dentre

^{*} Museóloga pela Universidade do Rio de Janeiro, Arqueóloga, Mestre e Doutora em Ciência dos Materiais e Engenharia Metalúrgica (PUC-Rio), cujo foco das pesquisas foi a aplicação da arqueometria para artefatos arqueológicos metálicos. Realizou pesquisas de pós-doutorado em conservação de objetos arqueológicos metálicos no MAST. Desde 2010 é pesquisadora colaboradora do MAST. guadalupecampos@mast.br

^{**} Engenheiro metalúrgico, mestre e doutor em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Coordenador de Museologia no MAST desde 2004, docente do Mestrado Profissional em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia e do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio UNIRIO/MAST. Editor da revista eletrônica *Museologia e Patrimônio*. Líder do Grupo de Pesquisa em Museologia e Preservação de Acervos Culturais. Pesquisador 1C do CNPq. marcus@mast.br

^{***} Engenheira Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1986), com Mestrado (2006) e Doutorado (2014) em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente faz parte do Setor de Caracterização Tecnológica (SCT) do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). Vem atuando principalmente na área de caracterização tecnológica de minerais e materiais. amiddea@cetem.gov.br

outros. Para que esses valores atribuídos não sejam alterados pela passagem do tempo, e mesmo, para que seja possível, no futuro, identificar outros valores que nos são invisíveis no momento, são necessários procedimentos específicos para a conservação das distintas classes de materiais que compõem os artefatos. Geralmente, artefatos arqueológicos apresentam modificações substanciais em sua forma e composição, por terem permanecido enterrados ou submersos ao longo do tempo. Entre os artefatos produzidos pelo homem que mais se modificam com essa deterioração acelerada, estão os de origem metálica. Nesse contexto, no presente capítulo, serão apresentados resultados de pesquisa relacionados às formas mais adequadas de manuseio e acondicionamento de artefatos arqueológicos de origem metálica, visando discutir e identificar os materiais mais indicados e acessíveis para serem usados no acondicionamento permanente. A discussão envolverá o controle de umidade relativa, materiais de acondicionamento e manuseio disponíveis no mercado e nas distintas práticas identificadas na literatura, nos quais se verifica que não há um consenso sobre a forma mais recomendada.

Características Microestruturais dos Artefatos Arqueológicos Metálicos

Pela sua origem tipológica, os artefatos arqueológicos de origem metálica apresentam características microestruturais distintas das outras classes de materiais. Embora tenham aparência supostamente robusta e resistente, são considerados frágeis e complexos para a conservação, pois, ao serem desenterrados ou retirados da água, onde estão submersos, entram em contato com o ar atmosférico e, dependendo das condições de contorno, o processo de deterioração natural pode ser acelerado (SELWYN, 2004).

A deterioração das partes metálicas se deve principalmente ao processo eletroquímico denominado de corrosão e ocorre a partir da superfície metálica dos objetos. A corrosão causa alterações substanciais nos artefatos, como aumento de volume e/ou modificação da sua morfologia, onde a sua aparência normalmente passa a não ser mais fidedigna à original (CAMPOS; GRANATO, 2015). Essas alterações ocorrem porque a tendência da grande maioria dos metais¹ e suas ligas é de retornar ao seu estado mais estável, passando do metálico para o não-metálico (LAGO, 2005), constituindo óxidos, sulfetos, carbonatos ou outros compostos mais complexos quimicamente, ocasionando a sua parcial ou total mineralização.

¹ Os metais mais nobres, como o ouro e a platina, não estão sujeitos a esse processo de deterioração. No entanto, como nos artefatos normalmente não são utilizados em sua forma pura, mas sim como ligas com outros metais, podem, dependendo da composição química da liga, também passarem por essa degradação natural.

Entretanto, a corrosão também pode gerar produtos estáveis e inativos e ter um efeito protetivo sobre as partes metálicas, causando um dano mínimo ao artefato (LOGAN, 2007a). O produto da corrosão, também denominado de pátina, pode ser natural, formada ao longo dos anos, ou produzida artificialmente com objetivo de proteção ou de decoração do artefato metálico (SCOTT, 2002). Em condições estáveis, não se retira a pátina protetiva, pois, além de proteger as partes metálicas, pode agregar valor decorativo, documental e histórico ao artefato. Já a pátina não protetora deve ser rapidamente identificada, através do exame visual e por análises instrumentais, visto que sinaliza a ocorrência de processo de corrosão em andamento, que produz a perda contínua dos metais ou ligas originais (CAMPOS; GRANATO, 2015b).

A presença de cloretos nas pátinas dos artefatos, decorrente do período em que estavam enterrados ou submersos, pode indicar corrosão ativa. O aspecto resultante é uma pátina normalmente verde clara, pulverulenta e aparentemente molhada, nas ligas de cobre, e com pátinas e gotículas de líquido laranja-marrom no ferro e na maioria de suas ligas (BURKE, 2002; RIMMER, 2013). O processo ocasiona aumento de volume e alteração acentuada da morfologia, além de escamação ou pulverização da superfície do artefato (ANKERSMIT, 2009).

Os produtos de corrosão podem não ser facilmente identificados em exame visual e o uso de técnicas de análise instrumental, como a difratometria de Raios-X (DRX) e a espectrometria de fluorescência de Raios-X (FRX), podem caracterizá-los. A utilização de técnicas microanalíticas, como a microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a espectrometria de dispersão de energia de Raios-X – EDS, pode fornecer informações a respeito da composição das pátinas e dos artefatos metálicos e de como foram confeccionados. A radiografia e a microtomografia de Raios-X também auxiliam na identificação das técnicas de fabricação, além de possibilitarem a visualização de inscrições e motivos decorativos que estavam sob os produtos de corrosão e, portanto, não visíveis a olho nu (MEYER-ROUDET, 1999). A Figura 1a mostra a imagem de uma moeda de cobre de 20 réis, de 1825, coletada do Sítio Arqueológico Antigo Museu Real – Praça da República (RJ), com camada espessa de produtos de corrosão de coloração esverdeada e incrustações de sedimentos, enquanto que a Figura 1b exibe uma microtomografia de Raios-X da mesma moeda, possibilitando identificar marcas e registros não perceptíveis a olho nu, que estão sob os produtos de corrosão.

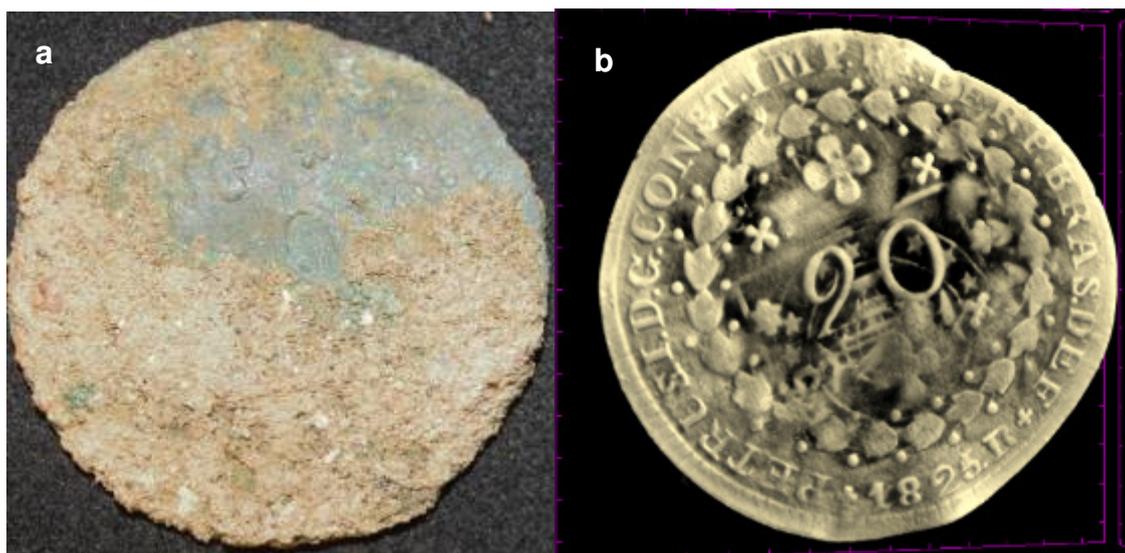


Figura 1 - Imagens de uma moeda de cobre de 20 réis, de 1825, coletada do Sítio Antigo Museu Real - Praça da República (RJ) (a), com camada espessa de produtos de corrosão; e (b) microtomografia de Raios-X da mesma moeda, revelando inscrições não perceptíveis a olho nu, devido a produtos de corrosão e incrustações de sedimentos. **Foto:** Guadalupe Campos, 2017. **Microtomografia:** Ricardo Tadeu Lopes e Alessandra Machado

Caracterizar a composição dos artefatos auxilia no processo de conservação dos mesmos, permitindo ampliar o conhecimento e possibilitando definir o tratamento mais adequado a ser utilizado. Deve-se levar em conta, que a composição da superfície dos artefatos arqueológicos metálicos, normalmente mineralizada, não é a mesma da parte interna denominada de *bulk*. Por isso, o pesquisador deverá ser genérico para classificar um artefato como metálico, pois somente através de análises instrumentais será possível discernir que metal/metais ou liga(s) é (são) constituintes primários do artefato. No caso de artefatos de ferro, ou com partes em ferro, essa identificação muitas vezes poderá ser feita de forma simples, com o auxílio de um ímã, utilizando as propriedades magnéticas desse metal. O ímã ficará atraído pelas partes em ferro presentes no artefato (LOGAN, 2007b). No entanto, se a camada de produtos de corrosão for muito espessa e compacta, é possível que a ação das forças magnéticas seja minimizada, impossibilitando verificar se o interior do artefato é constituído de ferro.

Em uma coleção de artefatos arqueológicos de origem metálica, cada artefato tem a sua composição específica, que é produto das interações com o solo, onde o objeto estava enterrado e com as condições ambientais a que foi exposto no local de enterramento ou submerso ao longo do tempo. No período em que esteve enterrado/submerso, o artefato pode atingir um nível de equilíbrio com o sistema no qual esteve em contato (RODGERS, 2004). Por isso, quando o artefato é coletado,

procedimentos devem ser utilizados para que, no novo sistema, se possa evitar a aceleração do processo de sua deterioração (MURDOCK *et al.*, 2001).

Há tipos de solos com características diferentes que podem interferir no processo de deterioração desses artefatos devido ao pH ou da sua própria constituição. Artefatos de origem metálica resgatados de solos alcalinos apresentam melhores condições de conservação em relação àqueles que estavam em contato com solo ácido (SEASE, 1994). Por essas questões, não há receitas genéricas para realizar a conservação, devido ao contexto em que cada artefato estava inserido quando foi resgatado e da sua própria composição química.

Assim, a conservação desses artefatos necessita ser realizada após o diagnóstico de um conservador qualificado com experiência em metais e suas ligas, para que não ocorram danos maiores e até a aceleração da deterioração, com o uso de procedimentos equivocados. O conservador precisa analisar cada artefato em particular, identificando as causas de degradação ao longo do tempo, desde quando estavam enterrados até a coleta, quando entram em contato com o ambiente atmosférico (PAÏN, 2012a). Esse tipo de conhecimento, sobre a química dos artefatos arqueológicos, suas formas de degradação, os procedimentos mais apropriados de manipulação e acondicionamento são imprescindíveis para ampliar a longevidade dos acervos arqueológicos (SULLIVAN; CHILDS, 2003).

A presença do conservador em projetos arqueológicos é muito importante em todas as etapas da pesquisa, desde a elaboração do projeto (PEDELI, 2013), onde serão pormenorizados os materiais a serem usados e detalhados os procedimentos de coleta, limpeza, estabilização, consolidação, acondicionamento provisório e final dos artefatos, nas etapas de campo, laboratório e nas reservas técnicas (ROTROFF, 2001). O conservador precisa fazer escolhas que interfiram minimamente nos artefatos e que os materiais usados na conservação curativa sejam removíveis (CRONYN, 2005), visto que a estabilização e a consolidação podem distorcer e encobrir algumas informações que possam dificultar a realização de um estudo posterior (PAÏN, 2012a).

A Umidade Relativa e Métodos de Controle

A umidade do ar tem grande interferência na preservação dos artefatos arqueológicos metálicos, sendo considerada a principal responsável por desencadear as reações da corrosão. Emprega-se como parâmetro principal de controle dos ambientes a

umidade relativa do ar (UR)², que é a razão entre a quantidade de vapor d'água em um dado volume de ar, num dado instante, e a quantidade de vapor que este volume poderia conter se o ar estivesse saturado, à mesma temperatura e pressão. Dessa forma, é possível calcular as condições devidas para manter uma climatização adequada no armazenamento das coleções arqueológicas (MURDOCK *et al.*, 2001). Atmosferas mais secas auxiliam no controle ou mesmo eliminação dos processos de corrosão e, por isso, o monitoramento da UR já será um grande avanço para a conservação dos artefatos metálicos. Para aqueles artefatos estáveis que não apresentem corrosão ativa, alguns autores consideram que a UR mais adequada deve estar abaixo de 30% e evitar passar de 50% (RIMMER, 2013). Outros autores mencionam valores em faixas pouco diferentes: 35-55% (LOGAN, 2007), menor que 40% (PAÏN, 2012b), 44-55% (MURDOCK *et al.*, 2001), 50% (WHARTON, 2002), 55-60% (GARSIDE, 2012), abaixo de 35% (BURKE, 2002). Rimmer (2013) afirma ser improvável que ocorra a corrosão ativa abaixo de 42% para as ligas de cobre, tornando-se o limite recomendado de UR. No entanto, Logan (2007) assegura que os materiais ferrosos são estáveis com 50% de UR, ocorrendo corrosão acima de 65%. Concluindo, sugere-se utilizar UR abaixo de 50% sempre, e levar em consideração que os sistemas de controle de UR podem apresentar variações, sendo mais recomendado trabalhar com uma faixa de UR, ao invés de um valor absoluto. De acordo com nossa experiência, uma faixa de UR indicada para uso seria (45±5)%.

Na ocorrência de artefatos constituídos de diferentes materiais e incompatíveis entre si, será necessário seguir a recomendação da UR relacionada ao material mais sensível à degradação (PAÏN, 2012c). No caso de artefatos que apresentem corrosão ativa precisam ser transferidos para uma área distinta do restante do acervo. Aqui também percebe-se discordâncias entre autores diversos quanto à UR indicada para os ambientes de guarda, por exemplo: inferior a 35% (LOGAN, 2007), 30% (MURDOCK *et al.*, 2001) e 42% (RIMMER, 2013).

Quanto à temperatura, a ideal para o armazenamento de artefatos metálicos está entre 20 (PAÏN, 2012c) e 21°C (BURKE, 2001), pois baixas temperaturas podem resultar em níveis mais altos de UR, possibilitando a condensação do vapor d'água. Nos espaços de guarda a temperatura deve ser o mais estável possível, já que sua variação também pode provocar a deterioração.

Para manter a umidade relativa controlada no local de armazenamento podem-se empregar métodos passivos (uso de materiais dessecantes) e ativos (aparelhos mecânicos) (RIMMER, 2013). Os métodos de controle passivo têm a capacidade de

²Índice mais conhecido para descrever as características higrométricas da atmosfera, geralmente expresso na forma percentual. O ar é considerado saturado se a umidade relativa é igual a 100%.

receber e perder umidade até estabilizar o espaço de armazenamento. O material de controle passivo mais recomendado e acessível para os metais e suas ligas é a sílica-gel, que absorve vapor d'água, até 30-40% do seu peso seco. Portanto, a sílica-gel tem a vantagem de estabilizar as flutuações da UR dentro de uma caixa para acondicionamento de artefatos, constituída de material inerte e, se possível, hermética (MURDOCK *et al.*, 2001).

A sílica-gel é um material cristalino, quimicamente inerte, biologicamente neutro, constituída de dióxido de silício amorfo e pode ser recondicionada e reutilizada (WEINTRAUB, 2002). De acordo com Weintraub (2002), não é aconselhável, no procedimento de recondicionamento, que a sílica-gel seja aquecida no forno ou estufa em temperatura acima de 120°C. A quantidade de sílica-gel usada deve estar de acordo com o volume a ser protegido, por exemplo, 1 kg de sílica-gel por 1m³ de volume de ar a ser controlado. A sílica-gel com cloreto de cobalto ao absorver a umidade modifica de cor, de azul passa a rosa claro, sinalizando que houve a saturação. Entretanto, o cloreto de cobalto (corante) é tóxico e cancerígeno (WHARTON, 2002), assim, o museio deve ser cauteloso com uso de luvas e máscara (RIMMER, 2013). Alternativamente, pode-se usar a sílica-gel que é de cor laranja (corante alimentício laranja), quando seca, e esverdeada ou laranja clara quando saturada.

Prosorb é uma sílica com maior capacidade de absorção de umidade que a sílica-gel e indicada ao uso com artefatos de origem metálica. Este produto está disponível no mercado em forma de esferas, lâminas, estojos e sachês e apresentam um custo mais elevado em relação à sílica-gel comum. Entre os produtos importados, os absorventes de oxigênio bastante usados em reservas técnicas de museus no exterior são o *ageless*® e o *RP System*TMA (*Revolutionary Preservation System*). Desenvolvidos pela *Mitsubishi Gas Chemical America, Inc.*, agem com objetivo de criar atmosferas inertes. De uso descartável, o *ageless*® absorve oxigênio, enquanto que o *RP System*TMA absorve gases corrosivos, oxigênio e vapor d'água presentes nos ambientes onde estão os materiais metálicos. Para o melhor desempenho do *RP System*TMA, deve-se usar sacos de baixa permeabilidade para os gases, como o *Esca*TMRP, que será melhor discutido adiante³.

Os cartões indicadores de umidade relativa são excelentes para monitorar as condições de umidade existentes nas caixas de acondicionamento (RIMMER, 2013; WHARTON, 2002). Esses cartões têm uma escala codificada de cores de rosa a azul, indicando a umidade relativa que vai até 90% ou 100%. Após a saturação, alguns tipos de cartões podem ser aquecidos e regenerados como a sílica-gel.

³ Disponível em: <<http://ageless.mgc-a.com/product/rp-system/>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

Dentre os métodos ativos podem ser citados os desumidificadores para serem usados nos laboratórios e nos espaços de reserva técnica, em articulação ou não com sistemas de ar condicionado. Nesse caso, é importante frisar que os custos de manutenção dos equipamentos são, geralmente, proibitivos para as instituições que preservam acervos.

O Manuseio dos Artefatos Arqueológicos Metálicos

Entre o conjunto de ações para conter e/ou diminuir a deterioração dos acervos, na conservação preventiva inclui-se o manuseio cauteloso dos artefatos (JOHNSON *et al.*, 1999). Para os artefatos de origem metálica, um manuseio adequado irá evitar a transferência de suor, óleos e sujeira das mãos para a superfície das peças (BURKE, 2002). O manuseio inadequado pode gerar danos e mesmo ocasionar a aceleração da deterioração, portanto, artefatos metálicos não podem ser manuseados sem luvas em ambas as mãos. Além disso, quando forem de composições diferentes, será necessário trocar as luvas para que não ocorra contaminação entre artefatos diferentes. Nesse contexto, também é relevante mencionar o uso de equipamentos de proteção pessoal EPI, como jalecos, óculos de segurança, máscaras, etc., caracterizando procedimentos mais seguros de trabalho na pesquisa (JOHNSON *et al.*, 1999).

As escolhas das técnicas e dos materiais mais indicados para manipulação e acondicionamento dos acervos arqueológicos não são óbvias, sendo necessária uma pesquisa aprofundada, que evite a seleção equivocada de materiais, o que poderia causar danos ao acervo. Nem mesmo na literatura consultada sobre o assunto, há um consenso sobre qual o tipo de luva mais indicada para o manuseio de artefatos arqueológicos de origem metálica.

Grande parte das luvas indicadas na literatura é constituída de materiais poliméricos⁴ ou algodão. Deste modo, o poli(cloreto de vinila), ou PVC (AMERICAN CHEMISTRY COUNCIL, 2011), é considerado um polímero quimicamente instável (BARKER, 2010; BURKE, 2012) e não recomendado para o acondicionamento e manuseio de artefatos metálicos, visto que pode conter cloreto de vinila (C₂H₃ClH₂C=CHCl) residual (SCHRAGER, 2013; REBIÈRE; 2008). Esse monômero é altamente corrosivo para metais (STONE, 2007).

As luvas de látex ou borracha natural são constituídas do polímero poliisopreno, que é extraído da seiva de árvores da seringueira (*Hevea brasiliensis*) (SCHRAGER,

⁴Polímeros são macromoléculas em que, na fórmula química, existe uma unidade que se repete, chamada monômero. O nome vem do grego: poli = muitos + meros = partes, ou seja, muitas partes.

2013). A seiva ou (o látex) coletada dessas árvores, contém cerca de 35% de poliisopreno, que é separado do látex por processo de coagulação, através da adição de ácidos ou sais. As luvas descartáveis de látex proporcionam conforto pela elasticidade, entretanto, de acordo com Barker (2010), podem ocasionar reações alérgicas em algumas pessoas, pois contém alérgenos proteicos e químicos (SCHRAGER, 2013). Assim, em alguns casos, não são indicadas para manuseio de acervos (LOGAN, 2007; BARKER, 2010; GARSIDE, 2012). A borracha de látex tem, em sua composição compostos de enxofre em estado livre, que são adicionados ao elastômero aquecido durante sua fabricação. Nesse processo, denominado de vulcanização, cadeias de átomos de enxofre se ligam a cadeias de polímeros, formando ligações cruzadas (CALISTER, 2000). Tais compostos podem causar manchas em alguns metais a longo prazo, resultado de alterações nas suas superfícies. Por outro lado, alguns pesquisadores recomendam o uso das luvas de látex (JOHNSON *et al.*, 1999; BURKE, 2012). Campos e Granato (2015) consideram que essas luvas, na maioria das vezes, não ocasionam danos aos artefatos manuseados, devido a que o contato com a superfície do artefato metálico é muito rápido.

De acordo com Schragger (2013), os conservadores devem evitar o uso de luvas que contenham aceleradores (ditiocarbamatos, tiotrax e mercaptobenzotiazoles), que são adicionados aos materiais com o objetivo de melhorar as propriedades como, por exemplo, a elasticidade, mas que podem desenvolver reações alérgicas com seu uso. Também podem produzir possíveis reações com o artefato metálico pelo enxofre presente nesses produtos (SCHRAGER, 2013).

A borracha NBR, utilizada na luva nitrílica, é um copolímero sintético de acrilonitrila (ACN) e butadieno (SCHRAGER, 2013). É quimicamente estável mas, no entanto, alguns autores afirmam que certos tipos contêm enxofre, que pode ocasionar manchas nas superfícies metálicas. Neste caso, deve-se dar preferência à borracha sem produtos de aceleração, para evitar essas alterações.

Por outro lado, alguns autores indicam as luvas nitrílicas para o manuseio de metais e suas ligas (JOHNSON *et al.*, 1999; BARKER, 2010; GARSIDE, 2012; *Sustainable Museums team*, 2015). Segundo Garside (2012), a luva nitrílica seria uma alternativa ao látex (borracha de poli-isopreno ou borracha natural), pois a borracha NBR tem como vantagem apresentar baixos riscos de reações alérgicas.

O polietileno (PE) é um material plástico sintetizado a partir de monômeros de etileno (SCHRAGER, 2013), recomendado por vários autores por ser um material totalmente inerte aos metais e suas ligas (LOGAN, 2007; JOHNSON *et al.*, 1999), além de

ser quimicamente resistente. Recomenda-se que essas luvas não sejam reutilizadas e estejam bem ajustadas.

As luvas de algodão já foram muito usadas nos museus, mas atualmente não são recomendadas por vários autores (BARKER, 2010; GARSIDE, 2012). A fibra do material constituinte da luva é bastante permeável, o que pode propiciar o acúmulo de suor e sais das mãos no material e sua passagem para as superfícies dos artefatos manipulados (LOGAN, 2007; GARSIDE, 2012). Essas luvas também podem soltar fiapos na superfície do artefato (BARKER, 2010), não são muito ajustadas nas mãos, são escorregadias e acumulam sujeiras (BAKER, 2005). As luvas de *nylon*, segundo Barker (2005), também não são indicadas por serem permeáveis. Esse tecido também pode depositar fiapos na superfície do artefato, além da sua textura poder causar efeito abrasivo.

Materiais e Técnicas de Acondicionamento

Os artefatos arqueológicos de origem metálica precisam ser armazenados em local seco, a partir do campo, assim como no laboratório e na reserva técnica. O uso de uma embalagem quimicamente inerte é uma maneira simples de melhorar as condições gerais de preservação dos artefatos (RIMMER, 2013). Por isso, deve-se evitar o uso de materiais que contenham contaminantes que possam reagir e acelerar o processo de degradação dos artefatos (LOGAN, 2007c). Bem como os artefatos, o armazenamento dos materiais de embalagem também deve ser realizado em um ambiente limpo, livre de poeira e controlado para a sua devida manutenção.

A embalagem permanente⁵ de cada artefato deve ser realizada em sacos de polietileno de baixa densidade (LDPE), tendo o cuidado de não comprimir o artefato na embalagem. O polietileno (PE) é o material mais recomendado e acessível para acondicionamento de artefatos metálicos, por ser quimicamente inerte (SEASE, 1994; WHARTON, 2002). Os sacos precisam ser perfurados, a fim de evitar a condensação de água no seu interior. Após o acondicionamento individual dos artefatos, estes deverão ser depositados dentro de uma caixa com tampa. O artefato também poderá ser colocado individualmente em uma caixa apropriada para o seu tamanho, com um contramolde escavado em uma placa espessa de *ethafoam* (PAÏN, 2012b), que possibilita maior segurança, evitando vibrações e maiores danos, como mostra a Figura 2. O ajuste do artefato na cavidade do contramolde não poderá ser muito apertado, para que o artefato

⁵ A embalagem provisória dos artefatos na etapa de campo também deverá utilizar sacos de polietileno abertos para evitar a condensação (CAMPOS; GRANATO, 2015b).

seja retirado com segurança. Os artefatos mais frágeis podem ser colocados em suportes de *ethafoam* depositados dentro de sacos de polietileno (CAMPOS; GRANATO, 2015b).

O *ethafoam* é uma espuma de polietileno extrusado, com várias espessuras e densidades, podendo ser usado no acondicionamento em curto e em longos prazos. É empregado na confecção de bandejas para suportar os artefatos, forrar caixas, fazer contramoldes, pois tem ação de barreira frente à umidade. A espuma branca, sem coloração, é a mais recomendada para acondicionamento de materiais de origem metálica. Já a espuma de poliéster, poli(tereftalato de etileno) (PET), não é indicada porque fragiliza-se e poderá fraturar depois de alguns anos. Da mesma forma, a espuma de poliuretano (PU) também não é indicada, por ser produzida a partir de isocianatos e polióis, que contém uréia.

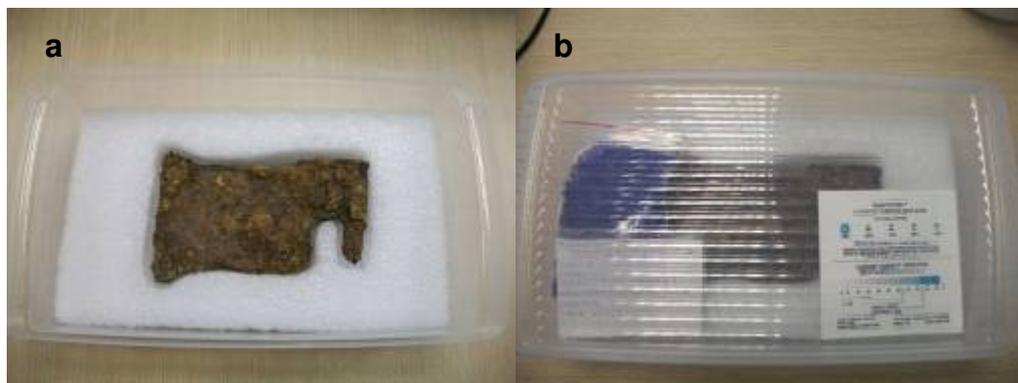


Figura 2 (a e b) - Acondicionamento do artefato ferroso: (a) artefato colocado em uma caixa de polietileno transparente, apropriada para o seu tamanho, com um contramolde escavado em uma placa espessa de *ethafoam*; (b) artefato colocado em conjunto com a sílica-gel, cartão de identificação de umidade e etiqueta na caixa de polietileno com tampa. **Foto:** Ricardo Dias, 2017.

Foto: Ricardo Dias, 2017

Os materiais mais recomendados e acessíveis para as caixas de artefatos metálicos são o polietileno de alta densidade (HDPE) (PAÏN, 2012c) e o polipropileno (PP) (RIMMER, 2014), por serem inertes e possibilitarem a criação de um microclima. As caixas de HDPE devem ser transparentes para permitir a visualização dos artefatos, dos cartões de umidade e da sílica-gel. Caixas de policarbonato (PC) não podem ser usadas para armazenar com segurança, pois são permeáveis, não resistentes ao ar e não conseguem criar um microclima que proteja os artefatos. O poliestireno (PS) é produzido a partir do monômero de estireno e conhecido comercialmente por isopor. É quimicamente inerte, porém, muito quebradiço (WHARTON, 2002), não sendo, portanto, recomendado para o acondicionamento de artefatos de origem metálica. As caixas de poliuretano (PU) não são indicadas, devido à presença de uréia, conforme mencionado anteriormente.

Os artefatos frágeis não devem ficar empilhados e os mais pesados precisam ficar sempre na parte inferior da caixa. O conservador deve ter atenção em não colocar dentro da mesma caixa ou no mesmo saco, artefatos de composição distinta. Artefatos com corrosão ativa também necessitam ser embalados separadamente, para que os outros não tenham contato com os produtos de corrosão (LOGAN, 2007c).

No uso de sílica-gel para controle da UR, esta deve ser depositada dentro de um saco de polietileno do tipo *ziplock*. O saco deverá ser bem perfurado com agulhas ou alfinetes para que possa permitir a troca de umidade com a área externa. A sílica-gel deverá ser depositada dentro da caixa vedada com tampas bem ajustadas, de encaixe instantâneo, sem ter contato direto com o artefato (WHARTON, 2002). A manutenção da sílica-gel deverá ser regular (RIMMER, 2013). Os cartões indicadores de umidade também devem ser colocados dentro da caixa de polietileno ou polipropileno, com a finalidade de monitorar a umidade (BROWN, 2010). Peças muito pequenas e frágeis também podem ser colocadas dentro de dessecadores com sílica-gel.

Os armários de metal são os melhores para a guarda das caixas contendo artefatos metálicos. As estantes de madeira são inadequadas devido à presença de vapores ácidos orgânicos (LOGAN, 2007c). Nesse contexto, deve-se sempre proteger os artefatos contra poeira e luz e efetuar com frequência o monitoramento da coleção, a fim de identificar variações nas condições de armazenamento e possíveis alterações nas superfícies dos artefatos (CARTER, 1999; RIMMER, 2013; MURDOCK *et al.*, 2001).

De acordo com o *Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan*⁶, não é aconselhado escrever diretamente na embalagem. As etiquetas precisam ser visíveis ao abrir a caixa, a fim de evitar manipulações desnecessárias. Uma alternativa é escrever as informações em uma etiqueta de papel livre de ácido, colocada dentro de um saco do tamanho da etiqueta tipo *ziplock* ou usar uma etiqueta de *Tyvek*, que é a marca de um “não-tecido” à prova d'água e à prova de rasgo, sendo um material inerte, macio e sem a presença de ácido. Para escrever nas etiquetas *Tyvek* é aconselhado usar uma caneta pigmentadora. O *Tyvek* também pode ser usado para proteger os artefatos cobrindo a cavidade do contramolde (JOHNSON *et al.*, 1999).

O plástico de acondicionamento *Escal* foi desenvolvido pela Mitsubishi, como alternativa à caixa plástica comum de polietileno. Esse plástico transparente é constituído por três camadas de filme fino, de polipropileno no exterior, de pequenas plaquetas

⁶ Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, Préconisations pour le conditionnement et le stockage. Disponível em: <http://www.archeologie.alsace/fileadmin/user_upload/mediatheque/03_COLLECTIONS/preconisations-conditionnement-stockage_c_PAIR.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2017.

cerâmicas em um álcool polivinílico aglutinante, no centro, e polietileno por dentro para permitir a selagem térmica. O *Escal* tem a vantagem de ter baixa permeabilidade, que reduz a quantidade de sílica-gel usada para reduzir a UR e estende o intervalo de tempo da sua regeneração (BROWN, 2010). O *Escal* terá melhor desempenho com o uso do *RP SystemTMA*, podendo permanecer até um ano, com o plástico selado, sem que seja necessária a troca do dessecante. A Figura 3, a seguir, apresenta imagens de itens utilizados no acondicionamento adequado de artefatos arqueológicos de origem metálica.

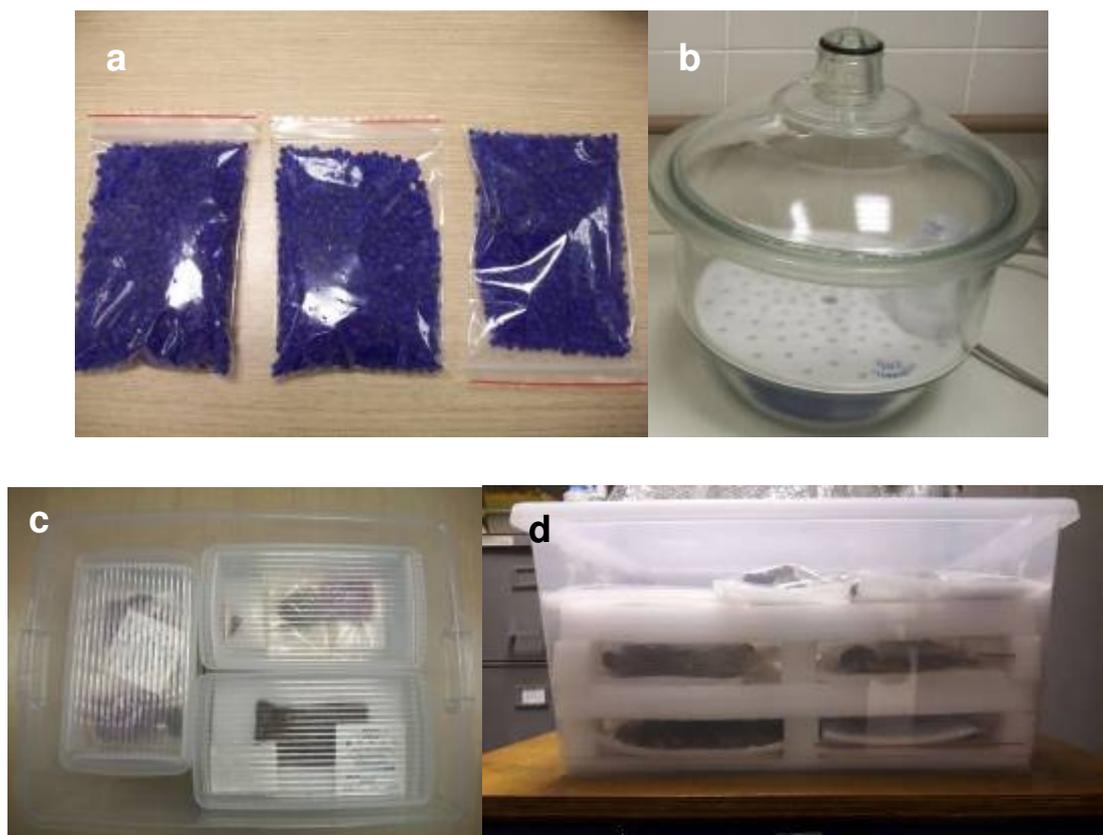


Figura 3 - Imagens de formas de acondicionamento: (a) sacos com sílica-gel; (b) dessecador; (c) caixas de acondicionamento de polietileno; (d) caixa com acondicionamento de polietileno em andares, elaboradas com *ethafoam*. **Fotos:** Ricardo Dias, 2017

Avaliação de Materiais Poliméricos para Acondicionamento de Artefatos Arqueológicos Metálicos

Metodologia

A composição química do material das luvas, sacos plásticos e caixas de diferentes fabricantes, apresentam variações, que estão relacionadas com as condições de fabricação, agentes de expansão e de controle. Portanto, a estabilidade química desses materiais varia também entre os fabricantes, e essas informações nem sempre estão disponíveis em suas embalagens. Nesse contexto, microanálises e testes de

corrosão acelerada auxiliam na identificação dos materiais adequados para acondicionamento, verificando os efeitos dos materiais com a superfície dos artefatos (THICKETT, 2004).

Neste item do Capítulo, são apresentados resultados de microanálises por espectroscopia de dispersão de energia de Raios X (EDS), em amostras de polímeros comerciais usados no acondicionamento de artefatos arqueológicos metálicos.

As amostras foram metalizadas, i.e. e suas superfícies recobertas com uma camada de aproximadamente 20nm de ouro (Au), a fim de tornarem-se condutoras e mais adequadas às análises em microscópio eletrônica de varredura. Os espectros de dispersão de energia de Raios-X foram gerados em um microscópio eletrônico de varredura Tm3030 plus da Hitachi, com o sistema Quantax 70 da Bruker.

Resultados de EDS das amostras

Os resultados obtidos podem ser observados nas Figuras 4 a 7. A Figura 4 se refere às análises de EDS obtidas com amostras de luvas de látex sem talco de diferentes fornecedores, apresentadas a seguir.

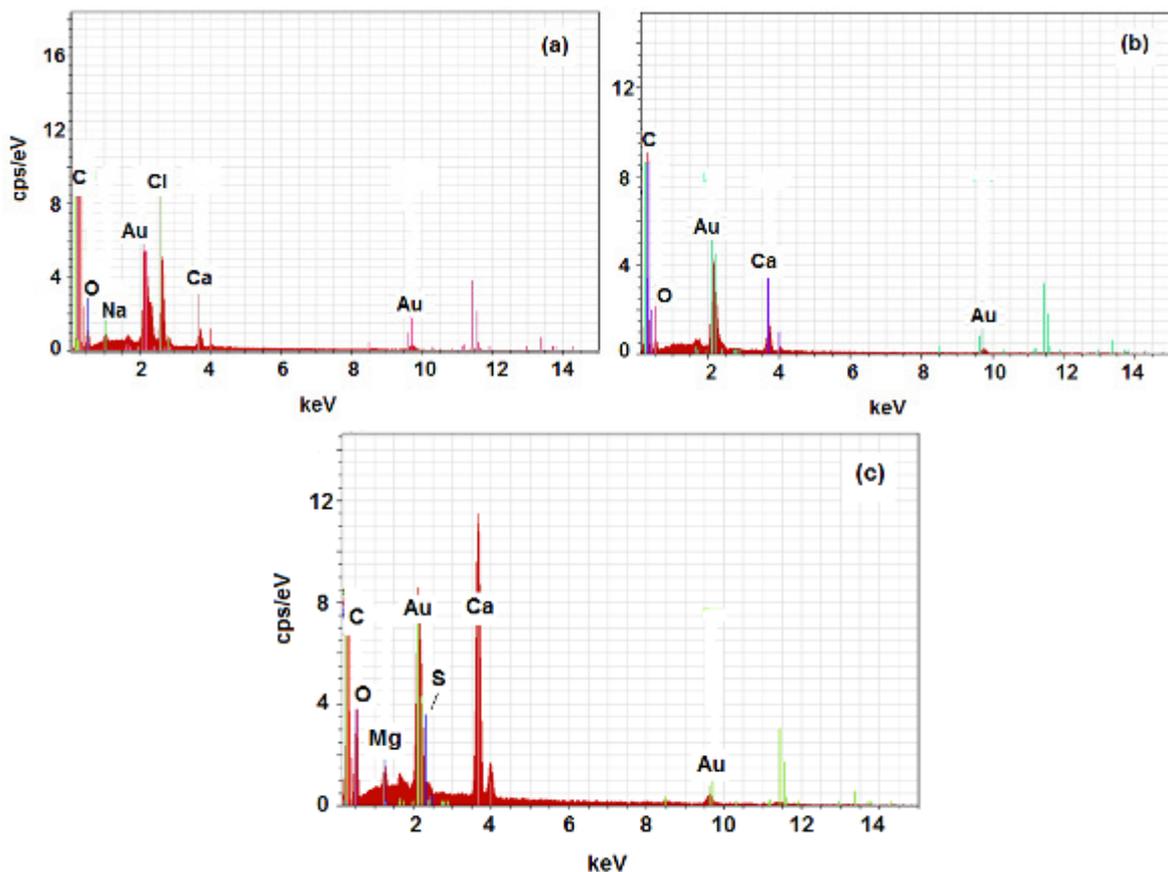


Figura 4 - Espectros de EDS das amostras de luvas de látex sem talco; Luva Látex Fornecedor 1; (b) Luva Látex Fornecedor 2; e (c) Luva Látex Fornecedor 3

A partir dos resultados apresentados na Figura 4, verificou-se que amostras de fornecedores diferentes apresentaram composições elementares diferentes. A presença de carbono (C) e oxigênio (O) ocorre em todas as amostras conforme esperado em materiais plásticos, além de ouro (Au) proveniente da metalização da superfície das amostras para a realização da análise por EDS. Especialmente em dois casos destaca-se a presença de cloro (a) e de enxofre (c), elementos que são reativos com materiais metálicos e que podem, caso o contato seja longo, causar degradação superficial. Assim, dependendo da origem, a luva de látex pode ser adequada ou não para o manuseio de artefatos arqueológicos metálicos.

A Figura 5 se refere às análises obtidas com amostras de luvas nitrílicas e vinílicas.

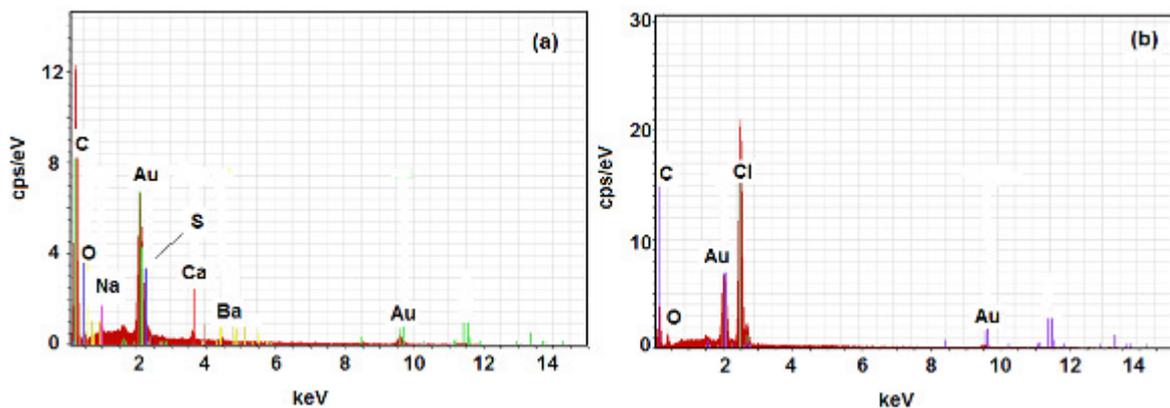


Figura 5 - Espectros de EDS da amostras de luvas: (a) nitrílica; e (b) vinílica

A presença de carbono (C) e oxigênio (O) ocorre em todas as amostras conforme esperado em materiais plásticos, além de ouro (Au) proveniente da metalização. Nas amostras de luva nitrílica (Figura 5a) observou-se enxofre (S), sódio (Na), cálcio (Ca) e bário (Ba). Já na luva vinílica (Figura 5b), o cloro (Cl) está presente em concentração significativa. Deste modo, observou-se que luvas de látex de dois fornecedores diferentes, como visto nas Figuras 4a e 4c, e as luvas nitrílica e vinílica (Figuras 5a e 5b) analisadas apresentaram elementos deletérios aos materiais metálicos e não devem ser utilizadas no seu manuseio. Por outro lado, a análise da Luva de Látex Fornecedor 2 (Figura 5b) não mostrou a presença de elementos deletérios aos materiais metálicos. Assim, dependendo do fornecedor de luvas de látex, observa-se composições diferentes, sendo uma adequada ao uso e outras não.

A Figura 6 apresenta resultados relativos às amostras de *ethafoam* (a) e do *Escal* da Mitsubishi (frente (b) e verso do saco plástico (c)).

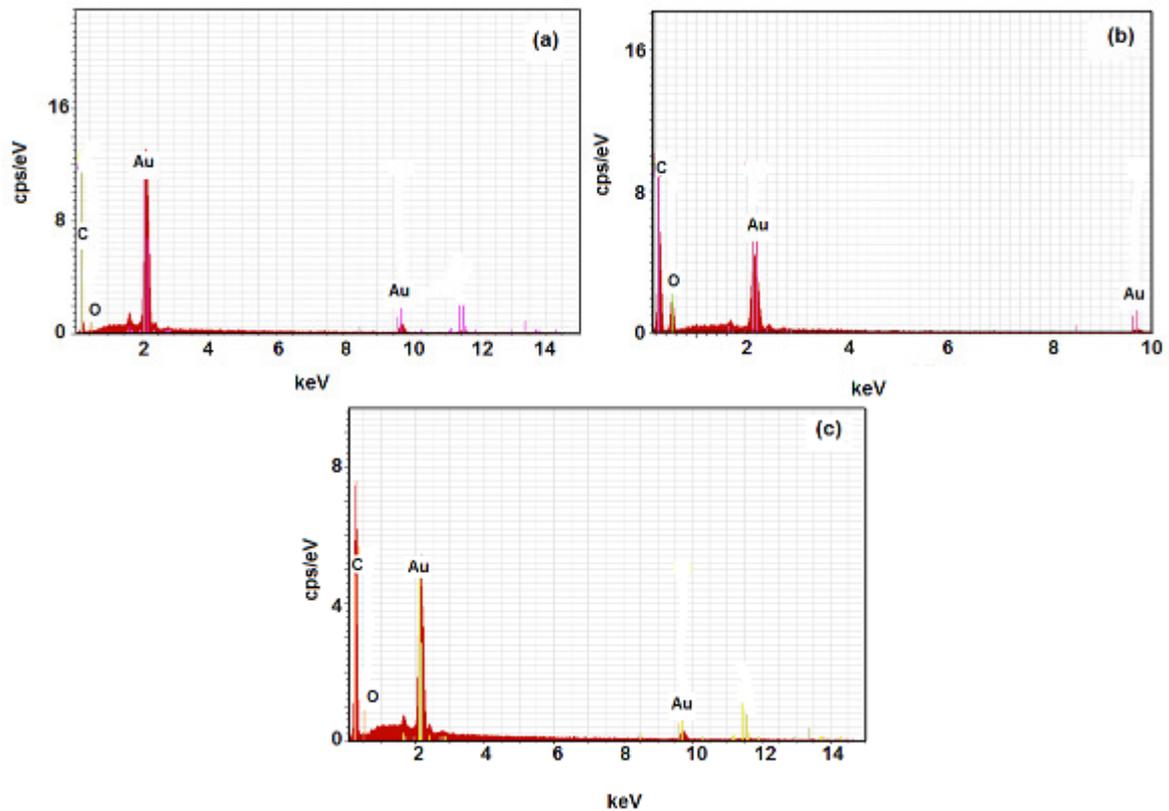


Figura 6 - Espectros de EDS da amostra de: (a) *ethafoam*; (b) *Escal* da Mitsubishi 1, parte da frente; e (c) *Escal* da Mitsubishi 2, parte de trás

Pode-se constatar que todas as amostras não apresentam elementos nocivos ao manuseio de artefatos metálicos, sendo identificados apenas carbono (C) e oxigênio (O), além de ouro (Au) proveniente da metalização. Contudo, percebe-se uma diferença entre os resultados das duas faces do saco *Escal* da Mitsubishi, com a parte de trás apresentando concentração bem mais elevada de carbono. Essa diferença pode estar relacionada às propriedades desse material ou à sua técnica de fabricação, já que o fabricante assegura qualidade superior aos demais materiais comercializados no mercado.

Os resultados apresentados na Figura 7 referem-se às amostras de potes plásticos de polietileno de alta densidade (Figura 7a-c) e de um saco plástico de polietileno tipo *ziplock* (Figura 7d).

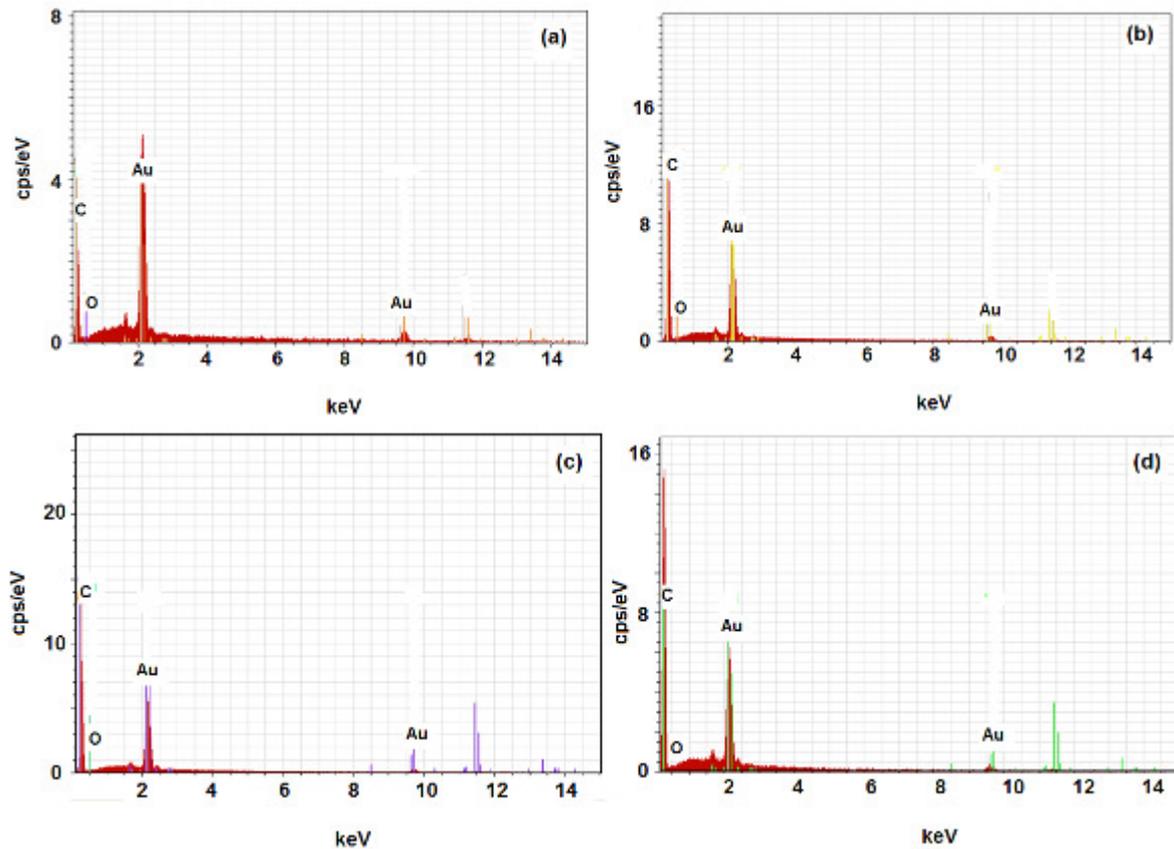


Figura 7 - Espectros de EDS da amostra: a) pote de polietileno de alta densidade; b) tampa de coloração branca do pote de polietileno de alta densidade; c) pote transparente de alta densidade, e d) saco plástico de polietileno do tipo *ziplock*

Verificou-se que todas as amostras não apresentaram elementos nocivos ao manuseio de artefatos metálicos, sendo identificados apenas carbono (C) e oxigênio (O), além de ouro (Au) proveniente da metalização. Por outro lado, percebe-se uma diferença entre os resultados dos potes de polietileno, onde a amostra de saco plástico de polietileno tipo *ziplock* (Figura 7d) mostrou maior concentração de carbono, provavelmente relacionada a presença de cadeias moleculares mais longas. Aqui fica claro que todas as amostras de polietileno podem ser utilizadas sem problemas no manuseio de artefatos de origem metálica.

Considerações Finais

A partir da bibliografia consultada e das análises realizadas, pode-se concluir que há diferenças na composição entre os mesmos tipos de materiais de acondicionamento e manuseio provenientes de fabricantes distintos. Assim, luvas nitrílicas ou de látex, comumente utilizadas em reservas técnicas, podem conter ou não concentração significativa de elementos químicos que possam reagir com os artefatos de origem metálica. Essas especificidades técnicas dependem do fabricante e a presença de

elementos nocivos nos materiais só será identificada através de análises químicas. Como nem sempre é possível e acessível para os pesquisadores a realização dessas análises, o polietileno ainda é a melhor opção para as luvas, por ser inerte. Apesar das luvas à base de polietileno não terem a mesma ergonomia que as de látex ou nitrílicas, apresentam custo menor e têm o benefício de não ocasionar danos à coleção, no manuseio prolongado.

Em relação aos materiais usados no acondicionamento, o polietileno também é o material mais recomendado para o uso de sacos plásticos do tipo *ziplock*, bandejas ou contramoldes de espuma de *Ethafoam*.

Para as caixas transparentes, polietileno e polipropileno possibilitam o monitoramento dos artefatos, sem ter a necessidade de abri-las. São materiais totalmente inertes e, dessa forma, não reagem com os artefatos de origem metálica, como foi possível verificar nos resultados das análises realizadas por MEV/EDS. Entretanto, embora sejam inertes, exigem o uso de quantidades maiores de sílica-gel dentro da caixa. Em contrapartida, materiais de acondicionamento importados, como o *ESCAL*, representam barreira de umidade superior às caixas de polietileno, não sendo necessário o uso de grandes quantidades de sílica-gel. O uso conjunto com o dessecante *RP system* atua de forma eficaz por um ano, sem necessidade de troca. Contudo, ainda que sejam muito eficientes, o *Escal* e o *RP system* não são facilmente acessíveis e têm custo mais elevado, em comparação com as caixas plásticas associadas ao uso de sílica-gel, disponíveis no Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem: ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), pelas análises realizadas (MEV e EDS); ao Laboratório de Instrumentação Nuclear - (LIN) - COPPE/UFRJ, pela microCT e ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), por prover recursos para o desenvolvimento destas pesquisas, na forma de uma bolsa DTI.

Referências

- AMERICAN CHEMISTRY COUNCIL. *Plastic Packaging Resins*, 2011. Disponível em: <<http://plastics.americanchemistry.com/Plastic-Resin-Codes-PDF>>. Acesso em: 16 nov. 2017.
- ANKERSMIT, Bart; GRIESSER-STERMSCHEG, Martina; SELWYN, Lyndsie; SUTHERLAND, Susanne. *Basic care - Recognizing metals and their corrosion products*. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2009.
- BARKER, Claire S.. How to Select Gloves: An Overview for Collections Staff. *Conserve O Gram*, National Park Service, n.1/12, September 2010. Disponível em: <<https://www.nps.gov/museum/publications/conservoogram/01-12.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

BAKER, Cathleen A.; SILVERMAN, Randy. Misperceptions about White Gloves. *International Preservation News*, n.37, p.04-09, December 2005.

BROWN, J. P.. The Field Museum archaeological metals project: Distributed, in situ microenvironments for the preservation of unstable archaeological metals using Escal barrier film. *AIC Objects Specialty Group Postprints*, v.17, p.133-146, 2010. Disponível em: <<http://resources.conservation-us.org/osg-postprints/wp-content/uploads/sites/8/2015/02/osg017-09.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

BURKE, Martin. Curatorial Care of Metal Objects. In: *Appendix O: National Park Service Museum Handbook, Part I - Museum Collections*, NPS, Washington, DC, 2002. Disponível em: <<https://www.nps.gov/museum/publications/MHI/Appendix%20O.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

CAMPOS, Guadalupe do Nascimento; GRANATO, Marcus. Preservação de Coleções Científicas de Objetos Arqueológicos Metálicos. In: GRANATO, Marcus (Org.), *Museologia e Patrimônio*, Coleção MAST: 30 anos de pesquisa, Rio de Janeiro: MAST, 2015. p.269-296. Disponível em: <http://site.mast.br/hotsite_mast_30_anos/pdf/capitulo_09.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017.

CAMPOS, Guadalupe do Nascimento; GRANATO, Marcus. *Cartilha de Orientações Gerais para Preservação de Artefatos Arqueológicos Metálicos*. Rio de Janeiro: MAST, 2015b. Disponível em: <http://www.mast.br/images/pdf/publicacoes_do_mast/cartilha_de_orientacoes_gerais_para_prese_rvacao_de_artefatos_arqueologicos_metalicos.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017.

CARTER, David J.; WALKER, Annete K.. Care and Conservation of Natural History Collections. In: CARTER, David J.; WALKER, Annete K. (Eds), *Collection environment*, Oxford: Butterworth Heinemann, 1999. p.139-151. Disponível em: <<https://www.natsca.org/sites/default/files/publications/books/Environment.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

CRONYN, Janey M.. *The Elements of Archaeological Conservation*. London: Routledge, 2001.

GARSDALE, Paul; HANSON, Lesley. A Systematic Approach to Selecting Inexpensive Conservation Storage Solutions. *International Preservation News*. Mass Storage and Preservation Issues, n.57, p.26-30, 2012.

GRANATO, Marcus. Panorama sobre o Patrimônio da Ciência e Tecnologia no Brasil: Objetos de C&T. In: GRANATO, Marcus; RANGEL, Marcio Ferreira. (Orgs.). *Cultural Material e Patrimônio da Ciência e Tecnologia*. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2009. p.78-103. Disponível em: <http://www.mast.br/livros/cultura_material_e_patrimonio_da_ciencia_e_tecnologia.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2017.

JOHNSON, Jessica; BYRNE, Kathleen. Handling, Packing, and Shipping (Chapter 6). In: *National Park Service Museum Handbook, Part I - Museum Collections*, NPS, Washington, DC, 1999. p.01-30. Disponível em: <<https://www.nps.gov/museum/publications/MHI/CHAP6.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

LAGO, Dalva Cristina Baptista do; MIRANDA, Luiz Roberto Martins de; CHÃ, Michelle S. V.; VIANA, Leonardo S.. Estudo de revestimentos para monumentos de bronze expostos à atmosfera da cidade do Rio de Janeiro, julho de 2005. In: GRANATO, Marcus (Org.). Congresso Latino-Americano de Restauração de Metais, 2, 2005, Rio de Janeiro. *Anais...*. Rio de Janeiro: MAST, 2005, p.119-131. Disponível em: <http://www.mast.br/pdf/anais_2_congresso_latino_americano_de_restauracao_de_metais.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2017.

LOGAN, Judy. *Recognizing Active Corrosion*. CCI Notes 9/1, Canadian Conservation Institute, Minister of Public Works and Government Services, Canada, 2007.

LOGAN, Judy. *Identifying Archaeological Metal*. CCI Notes 4/1. Canadian Conservation Institute. Minister of Public Works and Government Services, Canada, 2007.

LOGAN, Judy. *Storage of Metals*. CCI Notes 9/2. Canadian Conservation Institute. Minister of Public Works and Government Services, Canada, 2007.

MEYER-ROUDET, Hélène. *A larecherchedu metal perdu*. Nouvelles technologies dans la restauration des métaux archéologiques. Paris: Editions Errance, 1999.

MURDOCK, Cynthia; JOHNSON, Jessica; SULLIVAN, Brigid. Curatorial Care of Archeological Objects. In: *Appendix I: National Park Service Museum Handbook, Part I - Museum Collections*,

- NPS, Washington, DC, 2001.p.01-15. Disponível em: <<https://www.nps.gov/museum/publications/MHI/Appendl.pdf>> Acesso em: 30 nov. 2017.
- PAÏN, Silvia. Formation des archéologues à la conservation préventive: pour unedémarche de conservation. *In Situ* [Enligne], n.19, p.01-17, 2012. Disponível em: <<http://insitu.revues.org/9820>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- PAÏN, Silvia. ConditionnementetStockage À Long Terme des Collections. Service archéologiquedépartementaldesYvelines (SADY), 2012. Consultéle 11 novembre 2017. Disponível em: <http://archeologie.yvelines.fr/IMG/pdf/tableau_stockage.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- PAÏN, Silvia. *Premiers Traitements du MobilierArchéologique au Sady*. Service ArchéologiqueDépartementaldesYvelines (SADY), 2012. Disponível em: <http://www.epi78-92.fr/fileadmin/archeologie/PDF-archeologie/Tableau_1ers_traitements.pdf>. Acessoem: 28 nov. 2017.
- PEDELI, Conrado; PULGA, Stefano. *Conservation Practices on Archaeological Excavation. Principles and Methods*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013.
- REBIÈRE, Jacques; MOUREY, William; FRANÇOISE, Joël; SIDOT, Emmanuel . Interaction métal-environnement: application à des milieuxconfinés. In: Metal 98, International Conference on Metals Conservation, 1998, Draguignan-Figanières, France. *Proceedings...* London: James & James, 1998. p.248-252.
- RIMMER, Melanie. *Guidelines for the Storage and Display of Archaeological Metalwork*, University of Cardiff, English Heritage Swindon, 2013. Disponível em: <http://hist-met.org/images/Storage_Display_Metalwork_2ndPP.pdf>. Acessoem: 15 nov. 2017.
- RODGERS, Bradley A.. *The Archaeologist's Manual for Conservation: A Guide to Non-Toxic, Minimal. Intervention Artifact Stablization*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2004.
- ROTROFF, Susan I.. Archaeologists on Conservation: How Codes Of Archaeological Ethics And Professional Standards Treat Conservation. *JAIC*, v.40, p.137-146, 2001.
- SCHRAGER, Kerith Koss. *Health & Safety: Chemical Protective Gloves*. Health & Safety Committee Conservation Wiki, Health & Safety Committee of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 2013.
- STONE, Tom. *Basic Care of Coins, Medals and Medallc Art*. CCI Notes 9/4, Canadian Conservation Institute, 2007. Disponível em: <<https://www.canada.ca/content/dam/cci-icc/documents/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/9-4-eng.pdf?WT.contentAuthority=4.4.10>>. Acessoem: 28 nov. 2017.
- SCOTT, David A.. *Copper and Bronze in Art*. Corrosion, Colorants, Conservation. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2002.
- SEASE, Catherine. *A conservation manual for the field archaeologist* [enligne]. Los Angeles: University of California, Institute of Archaeology, 1994 (3rd ed.). Disponível em: <<https://escholarship.org/uc/item/8ft6488x#page-1>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- SELWYN, Lyndsie. *Metals and Corrosion: a handbook for the conservation professional*. Canada: Canadian Conservation Institute, 2004.
- SULLIVAN, Lynne P.; CHILDS, Terry S.. *Curating Archaeological Collections: from the field to the repository*. Oxford: Altamira Press, 2003.
- THICKETT, David; LEE, Lorna R.. Selection of materials for the storage or display of museum objects. *British Museum Occasional Paper*, n.111, Oxford, 2004. Disponívelem:<http://www.britishmuseum.org/pdf/OP_111%20selection_of_materials_for_the_storage_or_display_of_museum_objects.pdf>. Acessoem: 28 nov. 2017.
- WEINTRAUB, Steven. Demystifying Silica Gel. In: AIC Annual Meeting Miami, 30th., 2002, Florida. *Proceedings...* Objects Specialty Group postprints, v.9, 2002.
- WHARTON, Glenn; ERSOY, HandeKökten. Conservation of metal artifacts on archaeological sites. Field notes. In: *Practical guides for archaeological conservation and site preservation*, n.11, Japanese Institute of Anatolian Archaeology, 2002. Disponível em:<http://www.jiaa-kaman.org/images/fn/pdf/fieldnotes_no_11.pdf>. Acessoem: 28 nov. 2017.