



Ornamento em bronze, com formato de voluta e ornamento em florão, luminária de metal dourado, prédio sede do MAST (Foto: Jaime Acioli, 2010).

A PRESERVAÇÃO DE COLEÇÕES CIENTÍFICAS DE OBJETOS ARQUEOLÓGICOS METÁLICOS

Guadalupe da Nascimento Campos*

Marcus Granato**

1. Introdução

As coleções de objetos arqueológicos fazem parte do patrimônio cultural relacionado à ciência e tecnologia, pois são itens constituintes e necessários para as pesquisas científicas que são realizadas no âmbito da Arqueologia (GRANATO, 2009).

Como a pesquisa arqueológica não se restringe apenas às atividades de campo, laboratório e interpretação dos dados, mas abrange também a preservação do patrimônio arqueológico, é importante assegurar a conservação desses acervos de acordo com critérios que busquem as melhores condições para um tratamento e acondicionamento apropriado. Deste modo, esses artefatos serão preservados para as futuras gerações e protegidos para posteriores estudos, à medida que novas técnicas e metodologias forem desenvolvidas.

* Museóloga (UNIRIO, 1996), Arqueóloga, M.Sc. e D.Sc. em Ciência dos Materiais e Engenharia Metalúrgica (PUC-RJ, 2001, 2005). Pesquisadora visitante do MAST. Entre suas principais publicações destacam-se: Integrated Approach to the Characterization of Artifacts of The Brazilian Colonial Period (periódico Applied Physics. A, Materials Science & Processing); Microanalytical Study of a Ferrous Agricultural Tool Recovered From a Historical Site in Rio de Janeiro. (periódico Applied Physics A. Materials Aspects of Art Characterization, Conservation and Restoration). E-mail: guadalupecampos@mast.br

** Engenheiro metalúrgico (UFRJ), mestre e doutor em Engenharia Metalúrgica (COPPE/UFRJ), Coordenador de Museologia do MAST, vice-coordenador e professor do programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio (UNIRIO/MAST), professor do curso de Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio de C&T (MAST); bolsista de produtividade 1C do CNPq; Jovem Cientista do Nosso Estado da FAPERJ; líder do Grupo de Pesquisa Museologia e Preservação de Acervos Culturais. E-mail: marcus@mast.br

Neste Capítulo, serão apresentados resultados produzidos no âmbito do projeto *Conservação e Caracterização Microanalítica de Objetos Arqueológicos Metálicos*, desenvolvido na Coordenação de Museologia do MAST. O Projeto se enquadra na linha de pesquisa “Teorias e princípios da organização e conservação de acervos”, inserida no Grupo de Pesquisa Museologia e Preservação de Acervos Culturais, sediado no MAST, e tem por objetivo produzir conhecimento sobre metodologias de conservação e caracterização de acervos arqueológicos metálicos, com o intuito de contribuir para sua melhor preservação. O desenvolvimento deste projeto no MAST foi possível devido à experiência existente em conservação de objetos metálicos científicos, desenvolvida no Laboratório de Conservação de Objetos Metálicos - LAMET, que oferece a infraestrutura necessária para a execução dos estudos mencionados.

A relevância dessa iniciativa deve-se ao fato de que, muitos arqueólogos desconhecem as metodologias de manipulação e proteção necessárias ao retirar objetos metálicos do solo ou resgatá-los do fundo do mar, assim como as formas de acondicionamento e de preservação que permitam sua estabilidade. A preservação desses objetos geralmente não faz parte da formação desses profissionais¹, fato agravado por ser esse um tema multidisciplinar. Essa realidade não é exclusiva do Brasil, mas também pode ser verificada em outro países.

Childs (2003) ressalta a importância da conservação das coleções arqueológicas e relata um quadro desfavorável na preservação desse tipo de acervo. De acordo com a arqueóloga, trata-se de um problema mundial, principalmente em relação ao uso de espaços inadequados para a guarda, à falta de recursos, de financiamentos, de profissionais capacitados e da acessibilidade para as coleções. Segundo a autora, a solução está na formação dos arqueólogos, a partir da inclusão de disciplinas sobre os conceitos da conservação e suas metodologias, que trará a qualificação necessária para realização de alguns procedimentos básicos no campo.

Entretanto, ainda que o arqueólogo detenha conhecimentos básicos, as particularidades das diferentes classes de materiais arqueológicos fazem com que a participação do conservador na pesquisa arqueológica seja importante,

¹ A maioria dos cursos de graduação em Arqueologia pouco discute questões de conservação dos acervos.

desde a etapa de elaboração do projeto (PEDELI, 2013). Deste modo, o conservador deve previamente discutir e definir com o arqueólogo os procedimentos de proteção de estruturas *in situ*, coleta, manuseio, limpeza e embalagem, tanto na etapa de campo quanto no laboratório e no transporte dos objetos arqueológicos para a reserva técnica (ROTROFF, 2001).

A preservação do patrimônio arqueológico metálico de forma científica é um campo ainda pouco trabalhado academicamente no Brasil, devido à especificidade do assunto, por requerer conhecimentos de várias disciplinas, tanto da área da arqueologia, como da museologia e da metalurgia, dentre outras. Além disso, o aumento de projetos de arqueologia de contrato, que ocorre em todo o país (CALDARELLI, 2000), gerou a coleta de grandes quantidades de objetos arqueológicos, inclusive metálicos, ampliando e agravando o problema de sua preservação. Nesse contexto, a presente pesquisa tem a principal motivação de atender essa crescente demanda, identificando os procedimentos mais apropriados de conservação e acondicionamento, aproveitando as diferentes expertises dos membros da equipe do Projeto.

2. Arqueologia Histórica e os Vestígios Metálicos

No Brasil, a sua prática se expandiu na primeira metade da década de 1980 (FUNARI, 2005). Instituída por critério cronológico, a partir da data da chegada do colonizador europeu, abrange sítios arqueológicos considerados recentes (PROUS, 1992), devido ao grande período de tempo compreendido pelos sítios pré-coloniais².

A Arqueologia Histórica reconstitui aspectos pouco conhecidos da História, pela escassez de relatos escritos, pela falta de fontes primárias arquivísticas ou pelas lacunas da historiografia disponível. Pesquisa diferentes grupos sociais, não se limitando ao estudo das elites ou dos acontecimentos mais notáveis, mas também dando voz aos indivíduos comuns. Colabora para a construção da memória, de narrativas históricas e do resgate de técnicas perdidas no tempo. Preocupa-se com o cotidiano, seja por meio de seus utensílios domésticos, ou por seus instrumentos de trabalho, e com isso, objetiva

² Os exemplos de sítios históricos são, principalmente, antigas residências, edifícios, igrejas, engenhos, reduções jesuíticas, quilombos, fortes, etc.

dar uma visão de um contexto cultural amplo e não apenas de segmentos sociais isolados (ORSER, 1992).

No conjunto dos diferentes materiais recuperados dos sítios históricos, o estudo dos materiais metálicos é também considerado relevante e representativo para o conhecimento da História das Técnicas³, pois esses materiais estão continuamente presentes em diversos períodos (AUCOUTURIER, 2000). Assim, o estudo dessa cultura material tem, dentre outras, a finalidade de recuperar a memória tecnológica dos grupos sociais (PESEZ, 1990).

“O passado é um país estrangeiro” segundo Lowenthal (1985) mas não é totalmente irrecuperável. Pode-se, através da cultura material, fazer emergir os fragmentos materiais de sociedades antigas, da sua cultura econômica, que estão com o passar dos anos, se extinguindo. Parte desse passado constitui-se de memórias, sempre atualizadas, de práticas sociais efetivas (CAMPOS, 2005).

Os níveis de produção e consumo e o avanço tecnológico dos grupos sociais antigos podem ser desvelados através do trabalho realizado nos vestígios metálicos (LIGHT, 2000), sendo possível identificar as suas prioridades e preferências; são essas relações entre tecnologia e sociedade que contribuem para reconstituir a história de um grupo social como um todo (HOSLER, 1986).

Normalmente, nos salvamentos arqueológicos efetuados em sítios históricos, são coletados números significativos de objetos metálicos em relação às outras classes de materiais, e a ocorrência dos objetos metálicos ferrosos é superior a dos não ferrosos (CAMPOS, 2005). No Brasil, os metais ferrosos foram os mais utilizados pelos portugueses no período colonial. Possivelmente, foram os primeiros metais trabalhados com técnicas genuinamente brasileiras, em pequenas forjas rústicas que se localizavam em vários pontos da colônia (ESCHEWEGE, 1979), com a influência técnica dos escravizados africanos (LIBBY, 1992) e dos colonizadores europeus.

No Brasil, a maior parte dos objetos arqueológicos metálicos resgatados no Brasil é de procedência européia, sobretudo da Inglaterra e da Suécia (ABM, 1989) A cidade de Birmingham, por exemplo, de reconhecida indústria de

³ As técnicas são a experiência do homem aplicada ao trabalho e, para reconstituí-las, a Arqueologia pesquisa os métodos de fabricação dos materiais, com o objetivo de extrair informações da tecnologia utilizada por um grupo humano. Dessa forma, a pesquisa do artefato possibilita identificar um determinado traço cultural, no momento ou período em que foi confeccionado.

metalurgia, exportava sua produção em larga escala para as Américas (LENIK, 1977).

Francisco Pinheiro, um abastado comerciante português, cita em suas correspondências as transações comerciais realizadas com empresários do Brasil, da África e da Europa, ocorridas na primeira metade do século XVIII (LISANTE, 1973). Essas atividades informavam sobre o comportamento dos comerciantes coloniais e a quantidade de mercadorias expedidas aos seus correspondentes. De acordo com as correspondências, entre os produtos importados estavam incluídas barras de ferro, pregos, chumbo e ferragens em geral. O comerciante relata que a maior parte das barras de ferro era importada da Suécia, grande produtora do período. Essas barras eram frequentemente comercializadas e vendidas em quase sua totalidade quando descarregadas no Rio de Janeiro.

Os dados históricos supracitados fazem parte da metodologia de trabalho da pesquisa apresentada neste capítulo, onde foi realizado um levantamento em fontes primárias e secundárias na Biblioteca Nacional, no Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro e no Arquivo Nacional, com objetivo de obter uma compreensão mais ampla dos objetos estudados. Essa etapa da pesquisa é importante, pois, através dos dados obtidos referentes ao comércio de metais, dos ofícios, das peças metálicas e dos sítios arqueológicos trabalhados, foi possível confrontar os resultados das pesquisas realizadas no campo e no laboratório.

3. Sítios Históricos Pesquisados e os Materiais Selecionados

O conjunto de artefatos estudado no âmbito da pesquisa no presente texto é proveniente de escavações arqueológicas realizadas em sítios históricos da região central da cidade do Rio de Janeiro, onde foram coletadas quantidades expressivas de objetos arqueológicos metálicos. Os Sítios Históricos estão descritos a seguir.

- Sítio funerário Igreja São Gonçalo Garcia

A pesquisa arqueológica foi realizada no espaço funerário da Igreja de São Gonçalo Garcia e São Jorge, área atualmente integrante da Biblioteca Pública do Estado do Rio de Janeiro, atual Biblioteca Parque - BPE. A Igreja São

Gonçalo Garcia foi inaugurada em 1761, porém, com a demolição da igreja da Irmandade de São Jorge, as duas irmandades se uniram em 1854.

As estruturas arquitetônicas evidenciadas na escavação, provavelmente indicam o limite do cemitério e do terreno original da Igreja São Gonçalo Garcia. Além das estruturas, também foram evidenciados seis enterramentos primários e um enterramento secundário, onde foi estimado um número mínimo de 27 adultos e 5 crianças.

Pela pesquisa realizada nos documentos da Cúria, dentre os 376 sepultamentos efetuados na parte externa da igreja, foi possível identificar a presença de 116 escravizados africanos, 32 forros e 14 livres que foram sepultados entre 1791 e 1849. O fato de estarem localizados no adro de uma igreja dedicada ao padroeiro dos homens pardos e erguida em uma área periférica da cidade, conhecida como Pequena África, sugere tratar-se de trabalhadores pobres afrodescendentes ou mesmo de escravizados ou negros forros (CAMPOS, 2015).

Nas escavações, os materiais coletados foram: acompanhamentos dos enterramentos (botões de osso e de metal, medalhas, alfinetes, fragmentos de tecido), ferramentas, restos alimentares, louça europeia dos séculos XVII, XVIII e XIX, cachimbos e contas pertencentes a escravizados africanos, cerâmicas e fragmentos de garrafas de vidro do século XIX. A Figura 1, a seguir, apresenta imagens de enterramentos primários e de uma peça metálica coletada no sítio mencionado.



Figura 1 - Sítio Funerário Igreja São Gonçalo Garcia. a) à esquerda, enterramentos primários; b) à direita, crucifixo de cobre. Fotos: Filipe Coelho e Tuca Marques, 2013.

- Sítio Arqueológico do Museu de Arte do Rio - MAR

Inseridos no Projeto Porto Maravilha, o Edifício D. João VI e o antigo Terminal Rodoviário Mariano Procópio, localizados na Praça Mauá, foram restaurados para acolherem um novo espaço de cultura do Rio de Janeiro, o Museu de Arte do Rio - MAR. O Edifício D. João VI situa-se entre a Praça Mauá, denominada originalmente de Largo da Prainha, e a antiga Avenida do Caes, região onde ocorreram diversos aterros para o assentamento do novo porto, sobretudo entre os anos de 1903 e 1910. A construção do edifício foi realizada entre 1913 e 1918, para tornar-se a Inspeção Nacional de Portos, Rios e Canais. Contíguo ao Edifício D. João VI, o Terminal Rodoviário Mariano Procópio está localizado no andar térreo do Antigo Edifício da Polícia Marítima, onde funcionou até recentemente o Hospital da Polícia Civil (CAMPOS, 2012).

No âmbito do Projeto Museu de Arte do Rio, realizado pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, do Instituto Rio Patrimônio Mundial da Humanidade - IRPH e coordenado pela Fundação Roberto Marinho, foi prevista a utilização de algumas áreas de subsolo, para abrigar áreas técnicas. O Projeto Arqueológico abrangeu todas as intervenções nos terrenos relativas às obras de escavação; das fundações, cisternas, reforços das estruturas e poços dos elevadores; áreas que correspondem a um total de 384,38m². No desenvolvimento da pesquisa arqueológica realizada nesses edifícios, foi possível verificar através dos vestígios recuperados, informações a respeito dos seus sistemas construtivos, além do reconhecimento dos sucessivos períodos de ocupação da área estudada.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, foram selecionados das coleções dos sítios históricos supracitados, 190 objetos arqueológicos metálicos, com o objetivo de caracterizar e desenvolver os procedimentos adequados de conservação e acondicionamento. Esse acervo é constituído de materiais ferrosos e não ferrosos, como moedas, cravos, ferramentas agrícolas e náuticas e adornos. Os estudos realizados nos objetos permitiram levantar importantes questões na pesquisa arqueológica, como datação relativa, técnicas de fabricação, procedência e procedimentos de conservação. A Figura 2, a seguir, apresenta imagens de alguns dos objetos selecionados..



Figura 2 (a e b) - Objetos Ferrosos, (a) corrente; (b) argola de amarração. Projeto Arqueológico do Museu de Arte do Rio - MAR. Fotos: Tuca Marques, 2012.

4. Arqueometalurgia e a Conservação Investigativa

A junção dos conhecimentos científicos da Metalurgia com a Arqueologia resulta na disciplina Arqueometalurgia, que consiste no estudo metalográfico de objetos arqueológicos e históricos e objetiva interpretar as antigas tecnologias utilizadas, colaborando para a compreensão da história da metalurgia (WAYMAN, 2000). Pela metalografia⁴ pode-se estudar a microestrutura dos metais através da utilização de técnicas microscópicas, que possibilitam a identificação do processo de fabricação empregado para a confecção do objeto (MOUAT, 2000). Através da análise composicional e do estudo das microestruturas desses objetos, podem-se obter informações que auxiliam na compreensão de vários aspectos do passado que ainda não foram elucidados (TYLECOTE, 1962).

⁴ Faz parte da Ciência dos Materiais e estuda da morfologia e estrutura dos metais, que são arranjos dos componentes internos, agregados cristalinos, em que os átomos ficam dispostos numa distribuição ordenada e definida, denominada de cristais ou grãos). É possível estudar a microestrutura (características estruturais de uma liga metálica) pela utilização das técnicas de microscopia ótica e de microscopia eletrônica de varredura.

Por meio dos resultados obtidos no emprego de técnicas microanalíticas podem ser estabelecidas as possíveis rotas comerciais e interações entre os grupos sociais, identificados os materiais empregados para a confecção do objeto, as técnicas de elaboração, tanto do material quanto das peças, a datação relativa e a procedência (WAYMAN, 1985). A Arqueologia enfatiza a história desses objetos, enquanto a Metalurgia estuda os materiais e suas características, como a microestrutura e os constituintes metálicos, identificando se o material foi fundido ou não, e como as ligas foram produzidas (CLEERE, 1993).

Portanto, para a realização dos estudos aqui mencionados, é necessária uma integração entre conhecimentos de diferentes áreas como a Metalurgia, a Química, a Física, a Arqueologia, a História e a Museologia, que articulados permitem efetivar as avaliações dos resultados de uma forma mais apropriada (REHDER, 1995).

As técnicas empregadas para a caracterização de metais também são importantes para o diagnóstico de peças que serão restauradas e conservadas, fornecendo informações a respeito do estado de conservação do objeto e qual o tipo e as causas de sua degradação. Conhecendo os processos que causam a degradação, o pesquisador estuda a influência dos tratamentos e a sobrevivência do objeto, além das interações com o ambiente. Através das técnicas analíticas, os conservadores podem coletar informações a respeito do material, que colaboram para o diagnóstico do estado de conservação do artefato e identificar a metodologia mais adequada para sua conservação.

Essas técnicas fazem parte da conservação investigativa dos objetos arqueológicos metálicos, que foi impulsionada em 1963, quando Leo Biek destacou que a microestrutura estava abaixo do produto de corrosão dos objetos arqueológicos metálicos, salientando que o seu estudo poderia ser usado para reconstruir a história do objeto. Posteriormente, em 1970, a radiografia também foi usada com a finalidade de caracterizar os objetos arqueológicos metálicos⁵.

⁵ Guidelines on how the detailed examination of artifacts from archaeological sites can shed light on their manufacture and use. Investigative Conservation. English Heritage, 2008. Disponível em: <<http://ageless.mgc-a.com/product/rp-system/>>. Acesso em: 10 jul.2015.

As técnicas analíticas individualmente têm suas limitações e, assim, muitas vezes, são utilizadas duas ou mais técnicas de forma complementar para responder uma única questão (HANDOCK, 2000). Essas técnicas podem ser destrutivas e não-destrutivas, ambas tem vantagens e desvantagens, e a escolha deve ser realizada de acordo com as perguntas a serem respondidas e das possibilidades da retirada ou não de amostra do artefato (CAMPOS, 2009). As técnicas comumente utilizadas para análises de objetos arqueológicos metálicos são: microscopia ótica e eletrônica de varredura, espectrometria de dispersão de energia de Raios-X - EDS, fluorescência de Raios-X, difração de Raios-X, radiografia, tomografia e microtomografia computadorizada 3D (CILIBERTO, 2000).

A microscopia ótica - MO - permite a ampliação da imagem da superfície do artefato, identifica detalhes e obtém informações que não são possíveis a olho nu. Possibilita a caracterização dos objetos selecionados através da metalografia (LIGHT, 2000). Para tal, devem ser retiradas pequenas amostras dos objetos que, após serem lixadas, polidas e atacadas quimicamente, são observadas ao MO. Essa metodologia permite a visualização das microestruturas do material, das morfologias das impurezas, como inclusões e escórias (partículas não metálicas de óxidos, sulfetos e silicatos), possibilitando a sua identificação, que seria inviável em análises químicas por via úmida (KILLICK, 2001). A identificação de inclusões e escórias é relevante, pois pode fornecer informações a respeito do minério utilizado para a produção do metal/liga e posterior confecção do artefato (WAYMAN, 1989).

O microscópio eletrônico de varredura - MEV - apresenta excelente profundidade de foco e analisa as superfícies irregulares, com resolução espacial muito maior que o MO, em virtude do comprimento de onda dos elétrons ser muito menor do que o comprimento de onda da luz visível, utilizada no MO, permitindo obter imagens topográficas sem muita perda de foco, em decorrência de variações na superfície da amostra (YACAMAN, 2000).

O espectrômetro de dispersão de energia de Raios-X - EDS é acoplado ao MEV. Os Raios-X são utilizados na microanálise dos objetos, a fim de identificar os elementos existentes, analisando quimicamente microrregiões.

Na difração de Raio-X, as variações características dos padrões de difração possibilitam determinar as fases cristalinas, o tamanho de grão e a textura sobre a superfície e a parte interna dos artefatos.

A fluorescência de Raio-X é uma técnica que possibilita detectar a composição do material de forma não-destrutiva, rápida e identificando multielementos. Caracteriza os elementos minoritários e majoritários que estejam presentes no objeto, assim como, alguns elementos traços (MOENS; BOHLEN; VANDENABEELE, 2000).

A radiografia é uma das técnicas mais importantes para o estudo de caracterização e conservação de metais arqueológicos. Por ser uma técnica não destrutiva, permite a identificação do método de elaboração dos metais, aspectos estruturais e sua conformação mecânica. Revela decorações ou inscrições que não estejam visíveis devido à camada de corrosão da peça, além de expor as discontinuidades e defeitos para auxiliar no processo de restauro (ANTELO, 2010). A tomografia baseia-se nos mesmos princípios da radiografia, porém, possibilita digitalizar o artefato com rotação de 360°, enquanto bate milhares de imagens em 2D, que são posteriormente usadas para criar imagens em 3D. Através dessa técnica, é possível analisar as peças com riqueza de detalhes, além de ser um registro fidedigno da morfologia do objeto (STOCK, 2008). É uma excelente ferramenta para estudo e preservação dos objetos arqueológicos. Por meio dessas análises, é possível obter informações sobre os processos usados para a confecção dos materiais sem que seja necessária a retirada de amostras das peças.

A microtomografia computadorizada 3D de alta resolução (microCT) é uma técnica não destrutiva que se baseia na interação de Raios X no material estudado, onde deriva em projeções em diferentes ângulos, que fornecem uma qualidade melhor e mais detalhada das imagens adquiridas na radiografia (com somente um único raio). Através dessas imagens, podem-se observar defeitos, posições, tamanhos e formas e detalhes dos objetos selecionados que não eram possíveis de serem visualizadas a olho nu (LIMA, 2007).

As limitações do uso dessas técnicas para as instituições, assim como para os profissionais, arqueólogos e conservadores, são devido ao fato de serem muitas vezes onerosas, além da necessidade do auxílio de um especialista para interpretar os resultados das análises. Para viabilizar as análises, sugere-se que

os responsáveis pelas coleções realizem convênios com laboratórios e instituições que tenham o interesse em desenvolver projetos de pesquisa em parceria, onde o arqueólogo e o conservador possam trabalhar em colaboração com os técnicos responsáveis dos laboratórios.

De toda a forma, é muito importante que a pesquisa se inicie com metodologias mais simples, especialmente a observação com lupa estereoscópica e um microscópio ótico, no sentido de identificar quais são as condições gerais dos artefatos e formular as questões que determinarão se o estudo exigirá ou não o uso das metodologias mais elaboradas e caras.

4. A Conservação de Objetos Arqueológicos Metálicos

Apesar da aparência de grande resistência, os objetos arqueológicos metálicos são frágeis, por terem permanecido enterrados por um longo período de tempo, o que acarreta algumas transformações químicas, muitas vezes substanciais, em suas superfícies metálicas, através do processo denominado de corrosão. A tendência do metal é retornar ao seu estado original, mineralizado, condição termodinamicamente mais estável, resultando muitas vezes na alteração da morfologia dos objetos e, em seguida, a total mineralização.

A corrosão dos metais é um processo de natureza eletroquímica onde uma ou mais reações ocorrem na superfície de um metal, resultando na mudança de parte desse elemento do estado metálico para o não-metálico (por exemplo: um óxido) (LAGO, 2005). As reações eletroquímicas envolvidas são do tipo redox e ocorrem necessariamente em solução (eletrólito), podendo os produtos de corrosão (não-metálicos) ser sólidos ou solúveis. A corrosão torna-se mais acentuada quando esses objetos são retirados do solo onde se encontravam enterrados em um ambiente estável, pois, com a presença do oxigênio e da umidade do ar atmosférico, o processo de corrosão é acelerado (SELWYN, 2004).

Nem todos os produtos de corrosão causam danos aos objetos, alguns deles têm efeito protetivo que impede a deterioração, são as denominadas pátinas protetoras, que podem ser produzidas artificialmente, seja para fins de proteção, seja para fins decorativos (SCOTT, 2002). Por isso, caso o objeto não tenha corrosão ativa (que ocasiona a deterioração do objeto), evita-se a retirada

das pátinas, pois, além de protegerem o metal de base, têm valor histórico e documental. As pátinas se diferenciam em função de sua composição, variando no aspecto, espessura e coloração (MEYER-ROUDET, 1999)

Embora o processo de deterioração dos materiais arqueológicos seja inevitável, os mesmos podem permanecer preservados por muito mais tempo quando enterrados no solo do que armazenados por alguns meses ou anos, na espera de um tratamento adequado (RODGERS, 2004). Portanto, o arqueólogo é responsável pela preservação desse acervo, já que, ao coletar os objetos que estavam enterrados, torna-se o agente acelerador, não intencional, dos processos de corrosão, contribuindo para a sua deterioração (LOREDO, 1994).

A deterioração dos objetos metálicos segue avançando mesmo após a etapa de secagem e armazenamento dos artefatos desenterrados. No entanto, algumas estratégias colaboram de forma articulada para a melhor preservação desse patrimônio. Por exemplo, a conservação preventiva, uma abordagem imprescindível para adiar e minimizar o processo de deterioração (BRADLEY, 1994). Consiste de algumas ações contínuas como a utilização de embalagens inertes, o manuseio e transporte adequados e, especialmente, o controle do ambiente em que estão os artefatos (umidade relativa, temperatura e iluminação). A conservação preventiva não se restringe apenas a ações que se relacionam aos objetos, mas abrange ações na reserva técnica e o seu entorno, além da instalação de dispositivos de segurança, dentre outros.

Outra estratégia importante, auxiliar na preservação do acervo arqueológico, é a educação patrimonial. As ações de divulgação ao público e aos funcionários das instituições sobre informações a respeito da fragilidade do acervo, seu valor e sua irrecuperabilidade, ressaltando a importância da sua preservação e a responsabilidade de todos em preservá-lo, podem ser determinantes para que os artefatos passem a ser entendidos de forma diferente e preservados.

Por outro lado, na conservação curativa são tomadas medidas diretamente sobre os artefatos para sua estabilização, com o objetivo de retardar os processos de deterioração. Nenhum tratamento estabilizará o artefato eternamente, pois, ao longo do tempo, as substâncias empregadas no processo perdem as suas propriedades de estabilização, devido às variações de umidade, intensidade de luz e pelo próprio manuseio. Por isso, é necessário que os

conservadores realizem um programa regular de inspeção dos objetos, mesmo após a etapa de consolidação. É importante que os materiais usados como estabilizadores ou revestimentos sejam removíveis, para que não ocorram alterações nas propriedades e na estrutura do objeto metálico, além de possibilitar sua retirada, no caso de um re-tratamento (CRONYN, 2005).

Finalmente, existe a alternativa de conservação limite, a restauração. Em geral, as restaurações realizadas em materiais arqueológicos têm objetivos distintos das que são realizadas em monumentos históricos e artísticos que, muitas vezes, de forma equivocada, tendem a procurar simular a aparência original. Por outro lado, devem ser embasadas em fundamentos teóricos como para qualquer tipo de restauração (GRANATO; CAMPOS, 2013).

A restauração arqueológica encara o desgaste, partes faltantes, quebras, marcas de uso, como registros que podem fornecer dados a respeito da trajetória do objeto, não sendo adequada a remoção ou o disfarce das marcas de uso, ou pátinas dos materiais arqueológicos. As partes deterioradas devem ser estabilizadas e conservadas e não substituídas, para que a macro e a microestruturas dos materiais não sejam alteradas (RODGERS, 2004). Quando for necessário realizar o preenchimento de partes faltantes, deverão ser utilizados materiais e cores distintos dos originais, para que seja possível distinguir o material adicionado, além de ser facilmente removido. Todas as atividades devem ser norteadas pelo código de ética dos conservadores (*Code of Ethics of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*⁶) assim como pelas cartas patrimoniais (CURY, 2004).

Os métodos de intervenção utilizados na restauração de peças metálicas podem ser divididos em tratamentos físicos, químicos e eletroquímicos. Os primeiros, mais seguros, são mais fáceis de controlar, envolvendo a utilização de instrumentação diversa, desde bisturis até sistemas de ultrassom, além de água destilada e acetona. O manuseio do bisturi deve ser realizado com destreza na superfície dos objetos, com objetivo de remover a camada de sedimento e evitando deixar marcas (MEYER-ROUDET, 1999).

⁶ Disponível em: <http://www.conservation-us.org/about-us/core-documents/code-of-ethics-and-guidelines-for-practice/code-of-ethics-and-guidelines-for-practice#.VZ4o_V9Viko>. Acesso em: 05 jul. 2015.

Para a limpeza mecânica das peças arqueológicas do projeto, consideramos mais adequada a utilização apenas do bisturi com auxílio de um estereomicroscópio para permitir a melhor visualização da área de intervenção. A Figura 3 apresenta imagens da superfície de uma peça ampliada e do estereomicroscópio utilizado.

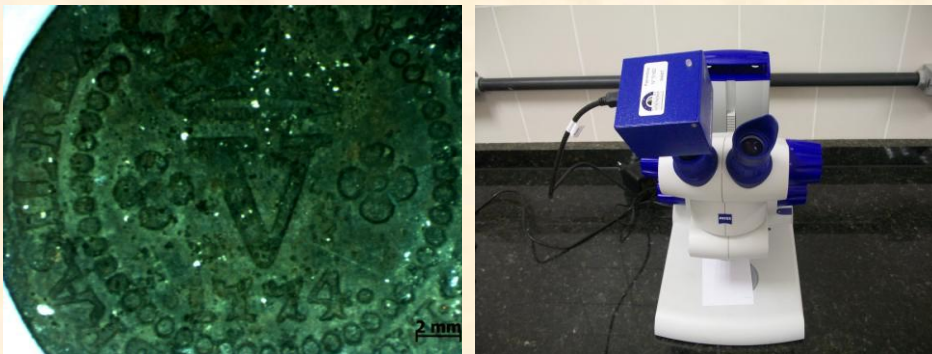


Figura 3 (a e b) - Imagens (a) da superfície de uma peça ampliada, à esquerda, e (b) Estereomicroscópio no LAMET para a ampliação, à direita. Fotos: 3 a) Guadalupe Campos, 2014; 3 b) Wellington Pessanha, 2015.

Os métodos químicos utilizam reagentes que implicam em um controle mais difícil dos processos de reação e que podem produzir danos à superfície original, por isso, o ideal é que os procedimentos sejam mais simples e com o mínimo de intervenção.

No entanto, em certas situações o uso de produtos químicos é imprescindível, como na estabilização de peças ferrosas resgatadas do fundo do mar, onde se utilizam soluções em pH alcalino (8-12) contendo hidróxido de sódio (1-2% m/v NaOH), dicromato de potássio (0,01-0,1% m/v $K_2Cr_2O_7$) ou carbonato de potássio (K_2CO_3); ou nas peças arqueológicas de ferro, onde a retirada de incrustações determina a lavagem com soluções de ácido oxálico ($C_2H_2O_4$ <10% m/v) (ACÁN, 2005). É importante que o conservador sempre utilize soluções químicas em condições tais que não sejam nocivas ao operador e ao ambiente, tomando as devidas precauções de segurança para que não comprometa a sua saúde. Não se deve utilizar técnicas ou manusear compostos

químicos em laboratórios que não sejam devidamente equipados ou sem profissionais capacitados.

Nos métodos eletroquímicos, o objetivo é reduzir o produto de corrosão à forma metálica e as peças a tratar são colocadas numa cuba eletrolítica, constituindo-se no catodo do sistema. Pela passagem de corrente, viabiliza-se a transformação das camadas de produtos oxidados da superfície em metal. A utilização de uma fonte de corrente torna o processo mais controlado e a solução (eletrólito) deve ser de composição que não reaja com os metais imersos (catodo e anodo). Em todos os casos de tratamento, deve-se utilizar equipamento de segurança adequado.

No decorrer de todo o processo, o conservador deve realizar a documentação das ações que empreende e fazer um relatório completo das suas atividades, como os materiais utilizados, as intervenções e procedimentos desenvolvidos (DOLLERY, 1996). Os objetos devem ter fichas individuais com registro fotográfico (antes e depois dos tratamentos), detalhamento dos tratamentos de conservação, comentários e análises. Dessa forma, quando o conservador tiver acesso a futuras tendências de conservação e a novas tecnologias, terá uma memória sobre a “vida” do objeto, para que possa dar continuidade aos tratamentos e realizar futuras intervenções da forma mais adequada, além de verificar os motivos dos efeitos adversos da técnica aplicada originalmente (WHARTON, 2000).

Todas essas informações são relevantes para o registro, inclusive a identificação dos tipos de solo de onde foram recuperados esses objetos, que são responsáveis, em última análise, pelas alterações na composição dos objetos metálicos. Para isso, o conservador deverá ter acesso às fichas do sítio e aos relatórios da escavação, compreendendo o contexto do local de onde o material foi coletado e identificando o tipo de solo associado ao material.

5. Atividades de Laboratório: caracterização e acondicionamento de objetos arqueológicos metálicos

No MAST/ LAMET os artefatos selecionados foram cuidadosamente manuseados com luvas de látex sem talco e inicialmente examinados macroscopicamente com o auxílio de um Estereomicroscópio Stemi DV4. Esse exame possibilitou uma primeira análise dos produtos de corrosão e a definição

de procedimentos posteriores adequados. Nessa etapa, as camadas de sedimentos dos objetos foram retiradas através da limpeza mecânica, com um bisturi e o auxílio do estereomicroscópio.

Com o objetivo de registrar todas essas atividades, foram elaboradas fichas individuais para os objetos, com informações sobre o peso, medida, fotografias e anotações coletadas no exame macroscópico. Após a limpeza e o exame visual, os objetos foram acondicionados individualmente com suportes de ethafoam, colocados dentro de sacos de polietileno ziplock perfurados. Após serem embalados, os objetos foram depositados em uma caixa de polietileno transparente, com sílica gel e cartões de umidade, que permitiram a absorção e o controle da umidade relativa.

Após o exame macroscópico e a limpeza da coleção estudada, foram selecionados 15 objetos em melhor estado de conservação ou pela sua pluralidade. Visando o aprofundamento da pesquisa, foram utilizadas técnicas não destrutivas para a análise desses objetos e de suas superfícies, com o objetivo de caracterizar a microestrutura, a espessura da camada de produtos de corrosão e a composição desses produtos.

Todas essas análises foram efetuadas em colaboração com instituições de pesquisa como a Pontifícia Universidade Católica - PUC-Rio e o Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, que dispõem de laboratórios com equipamentos como microscópios óticos e eletrônicos, fluorescência de Raio-X e difração de Raio-X, além do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia COPPE/UFRJ, onde foram realizadas a radiografia e a microtomografia computadorizada 3D de alta resolução (microCT).

No Laboratório de Instrumentação Nuclear da COPPE/UFRJ, os objetos selecionados foram analisados pela técnica da radiografia, que permitiu a identificação das variadas espessuras da camada de produtos de corrosão, das técnicas de fabricação como conformação mecânica (moedas, ferramentas), fundição (adornos), marcas de soldagem (anel) e dos detalhes decorativos e inscrições que estavam cobertas pelo óxido (moedas, botão, medalha, crucifixo). Enquanto que a técnica de microtomografia computadorizada (microCT), possibilitou a reconstituição minuciosa desses objetos, tornando-se uma ferramenta útil de preservação. A técnica também permitiu a avaliação da integridade interna dos objetos, que de outra forma, não poderiam ser

visualizadas, como o caso das inscrições dos botões e do crucifixo, como mostra a Figura 4.

O equipamento utilizado foi um microtomógrafo do modelo 1173 da SKYSCAN-BRUKER que possui 8 W de potência com energia, e uma variação em um intervalo de 40 a 130kV e um detector Flat Panel (2240x2240) pixels. Com três opções de filtros metálicos internos: alumínio com 1.0mm de espessura, latão com 0.25mm de espessura e cobre com 0.50mm de espessura.

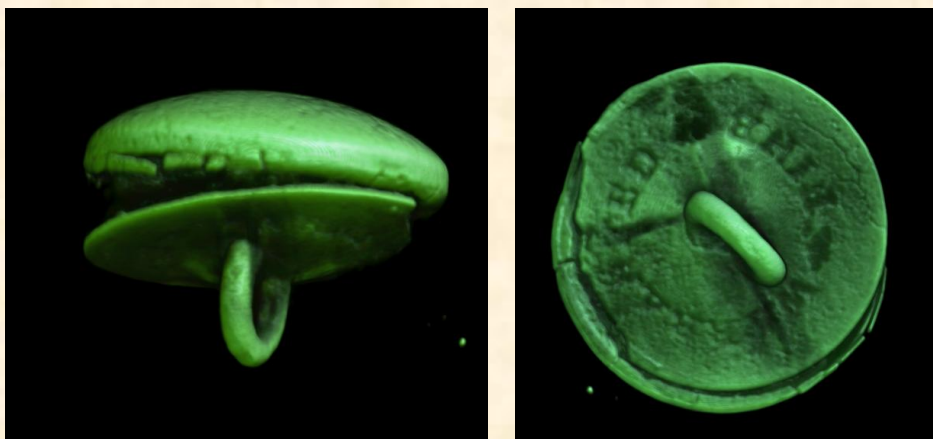


Figura 4 (a e b) - Imagens em 3D geradas pelo programa CTvox de um botão de cobre, (a) em vista lateral e (b) de frente, constituindo o acompanhamento de enterramento do Sítio Funerário da Igreja de São Gonçalo Garcia. Imagens: T. P. Santos e Ricardo Lopes, 2014.

As análises de difratometria de Raio-X (DRX) e a fluorescência de Raios X (FRX) foram efetuadas no Centro de Tecnologia Mineral - CETEM. A DRX teve o intuito de caracterizar o produto de corrosão dos objetos. As amostras foram analisadas como recebidas, havendo apenas sua fixação com massa *blue tak* em porta-amostras específicos para o difratômetro de Raios-X. As análises foram executadas em um equipamento Bruker-D4 Endeavor com detector linear sensível à posição LynxEye, nas seguintes condições de operação: radiação Co K α (40kV / 40mA); passo de 0,02° 2 θ ; 0,5s por passo; e contagem de 5 a 80° 2 θ . A interpretação qualitativa de espectro foi efetuada por comparação com padrões contidos no banco de dados PDF02 (ICDD, 2006) em software Bruker DiffracPlus. Os resultados do espectrômetro por fluorescência de Raios-X foram

os elementos químicos majoritários e minoritários. O equipamento de FRX utilizado foi AXIOS (Panalytical). Os teores foram determinados por análise semiquantitativa (standardless) em - (WDS).

Como as análises não-destrutivas não foram suficientes para obtenção dos dados necessários para a pesquisa, foram retiradas pequenas amostras de alguns objetos, para que através da metalografia fosse possível determinar, com maior precisão, a técnica empregada para a fabricação das moedas, ferradura, cravo e a argola de amarração. Todas as amostras retiradas foram analisadas na parte interna do material, denominada tecnicamente de *bulk*, sem que houvesse nenhuma interferência de dados relacionados à corrosão do material.

A microscopia ótica e a eletrônica forneceram informações a respeito dos processos de fabricação de algumas peças como moedas, cravo e adornos, além de inferir que grande parte dos metais estudados era de procedência européia, devido à tecnologia usada e aos elementos presentes na liga, indicando o uso de coque, corroborando os dados da pesquisa histórica.

O processo de preparação de amostras (lixamento, polimento e ataque químico) ocorreu no laboratório de metalografia do Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia da PUC-Rio. Para a observação da microestrutura da amostra, utilizou-se o Microscópio Ótico - M.O. Axioplan 2 Imaging Zeiss, nos aumentos de 50x à 1000x, em iluminação de luz refletida de Campo Claro, Campo Escuro e o Contraste por Interferência Diferencial - DIC. As imagens foram capturadas digitalmente, com o auxílio da Câmera Axio Cam HRC, utilizando o Programa de Controle e Captura de Processamento de Imagens Axiovision. O microscópio eletrônico de varredura (MEV) utilizado foi um FEI Quanta 400 acoplado a um espectrômetro de dispersão de energia de Raios X (EDS) Bruker SDD 4030 com resolução de 133eV. Este equipamento pode operar nos modos convencional (alto vácuo), vácuo variável (até 0,98Torr) e ambiental (até 20Torr). Foram realizadas quatro modalidades de análise ao MEV: geração de imagens de elétrons retro-espalhados; geração de imagens de elétrons secundários; micro-análise pontual com o EDS; e mapeamento de Raios-X.

Além das análises, uma outra etapa da pesquisa refere-se ao estudo de materiais para o acondicionamento adequado dos objetos arqueológicos metálicos. Seu desenvolvimento permitiu a seleção de alguns materiais que, a

partir de amostragem, estão sendo submetidos a alguns testes para seleção do mais adequado a cada fase do acondicionamento de objetos arqueológicos de metal.

Os materiais para acondicionamento foram adquiridos no Brasil e nos Estados Unidos. No Brasil, foram comprados cartões indicadores de umidade que medem a umidade relativa no interior de embalagens fechadas, com uma escala até 90%. Seu uso permite o exame visual, identificando níveis inseguros de umidade que possam ter ocorrido (WHARTON, 2000).

Para a absorção da umidade foi usada sílica gel, também adquirida no país. A sílica gel deve ser colocada dentro de sacos de material inerte com pequenas perfurações, para que possa haver troca de ar com o ambiente onde está acondicionado o artefato e absorver umidade. A cor da sílica gel serve como indicador de sua capacidade de absorção de umidade; se estiver de azul está apta para se reutilizada, quando se tornar rosa deve ser regenerada. A quantidade de sílica gel usada deve ser mais ou menos igual ao peso do objeto, mas depende fundamentalmente do volume de ar que deve ser mantido em umidade relativa baixa. Recipientes maiores requerem maior quantidade de sílica gel⁷.

Os materiais usados para acondicionamento devem ser quimicamente inertes em relação aos materiais constituintes dos artefatos, sendo um fator fundamental para garantir a salvaguarda desse patrimônio (LOGAN, 2007). Os materiais usados tanto para o acondicionamento inicial quanto final das peças também foram adquiridos no Brasil e são sacos de polietileno do tipo *ziplock*, em diversos tamanhos e densidades. O polietileno, além de ser quimicamente inerte, tem resistência mecânica e transparência, tratando-se de boa barreira para o contato com a umidade. O *ethafoam* é uma espuma de polietileno de várias espessuras, que pode ser usada como suporte, tanto para o transporte das peças, a fim de amortecer e evitar vibrações, quanto para seu acondicionamento final. O *ethafoam* é fácil de cortar e moldar, sendo possível produzir uma cavidade com a forma do objeto para acomodá-lo; constitui-se em amortecimento adequado para o objeto, ajudando a proteger os materiais de choque e abrasão e

⁷ *Guidelines on the Care of Archaeological Artefacts*. National Museum of Iceland. October 2012.

respeitando a morfologia das peças⁸. Para as etiquetas, foram adquiridos papéis neutros, não ácidos.

As caixas plásticas de polietileno de alta densidade são adequadas para acondicionar o material, são herméticas e transparentes para que se possa monitorar a sílica gel e os cartões de umidade, sem que seja necessário abrir a tampa da caixa. A Figura 5, a seguir, apresenta imagens de procedimentos de acondicionamento realizados no LAMET/MAST.



Figura 5 (a e b) - Material acondicionado (a) em caixa e (b) disposto em mesa no LAMET. Fotos: Tuca Marques, 2013.

Os materiais adquiridos no exterior, basicamente nos EUA, são específicos para o acondicionamento das peças arqueológicas, da marca MITSUBISHI Gas Chemical. No âmbito do universo pesquisado, a MITSUBISHI Gas Chemical é a única empresa no mundo que desenvolveu a tecnologia dos materiais descritos a seguir:

- Rp System (Revolutionary Preservation System) - possui o agente Rp que absorve oxigênio, umidade e gases que causam corrosão. O Rp System tem sido usado com frequência nos laboratórios de conservação e reservas técnicas de diversos países, com o intuito de prevenir a deterioração de peças metálicas como a oxidação. Vem disponibilizado em sachês que têm números que representam o total do volume de ar a ser tratado. São dois os tipos desse material: Rp - A Type - absorve tanto o oxigênio como a umidade e o Rp - K Type

⁸ Conditionnement et stockage. Pôle d' Archéologie. Disponível em: <http://www.pairarcheologie.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/PDF/Conditionnement%20et%20stockage.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2015.

- absorve apenas oxigênio. O Rp system é descartável, não podendo ser reutilizado, além disso, deverá ser usado junto com o Escal™, também desenvolvido pela Mitsubishi (<<http://ageless.mgc-a.com/product/rp-system/>>).

- Escal™ RP System Ceramic Deposited Gas Barrier Film - é comumente usado para a proteção dos bens culturais. O material é constituído de um filme fino transparente com uma cerâmica depositada; trata-se de uma super-barreira contra umidade e oxigênio, desenvolvida especialmente para uso junto com o RP Mitsubishi System. Pode-se cortar o filme Escal™ para um comprimento desejado e vedá-lo com um selador térmico.

6. Considerações Finais

O desenvolvimento do projeto de pesquisa, cujos resultados foram em parte apresentados no presente texto, possibilitou produzir dados interessantes, destacando-se o progresso científico e tecnológico esperado, que permitiu implantar no país, procedimentos e um protocolo que não existiam até o momento.

Após o amplo levantamento bibliográfico realizado, foi possível selecionar as referências mais adequadas que foram utilizadas durante o desenvolvimento do projeto. Esse levantamento permitiu a escolha de procedimentos e técnicas analíticas apropriadas, com o objetivo de resolverem as questões arqueológicas. Foram pesquisados procedimentos de acondicionamento, incluindo materiais, e de conservação dos artefatos.

É importante ressaltar a inserção do conhecimento produzido em aulas de cursos de pós-graduação, assim como, nos Seminários de Preservação do Patrimônio Arqueológico, organizados anualmente no MAST. A participação de diversos conferencistas de destaque no panorama acadêmico da área nos seminários, despertaram o interesse de muitos profissionais das áreas de conhecimento abrangidas pelo projeto, e percebe-se que há uma expectativa em relação à continuidade das pesquisas. Sendo assim, os arqueólogos poderão ter um conjunto de informações cada vez maior à sua disposição para melhorar os procedimentos de preservação desse tipo de patrimônio.

Como forma mais ampla de divulgação desses procedimentos, está sendo elaborada uma cartilha de orientação sobre a preservação desses

artefatos para profissionais da Arqueologia que será disponibilizada gratuitamente ainda este ano.

Agradecimentos

Os autores agradecem os apoios do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e da Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ para o desenvolvimento das pesquisas, sem os quais não teria sido possível realizar os estudos, cujos resultados foram aqui apresentados.

Agradecemos também às instituições que colaboraram para esses estudos, possibilitando a realização das diversas análises (CETEM, PUC-Rio, COPPE/UFRJ).

Referências

ACÁN, Ana C.. La aplicación de químicos en la restauración de metales. In: GRANATO, Marcus (Org.). In: Congresso Latino-Americano de Restauração de Metais, 2, 2005, Rio de Janeiro. *Anais....* Rio de Janeiro: MAST, 2005. p. 29-50. Disponível em: <http://www.mast.br/pdf/anais_2_congresso_latino_americano_de_restauracao_d_e_metais.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2015.

ANTELO, Tomas; BUESO, Mirim; GABALDON, Aracel; COSTEA, Antonio Martin. *La técnica radiográfica en los metales históricos*. Madrid: IPCE, MINISTERIO DE CULTURA, 2010.

AUCOUTURIER, Marc. Surface characterization of metallic art works and patrimonial objects: A challenge. *Materiais e Energia*, Simpósio Matéria 2000, Rio de Janeiro, 2000. p.27.

BIEK, Leo. *Archaeology and the microscope the scientific examination of archaeological evidence*. London: Lutterworth Press, 1963.

BRADLEY, Susan M.. Do objects have a finite life? In: KNELL, Simon. *Care of Collections*. Leicester Readers in Museum Studies, London: Routledge Ed., chapter 6, 1994. p. 51-59.

CALDARELLI, Solange B.; SANTOS, Maria do Carmo M. M.. Arqueologia de Contrato no Brasil. *REVISTA USP*, São Paulo, n.44, p. 52-73, dezembro/fevereiro 1999-2000.

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

CAMPOS, Guadalupe do Nascimento. *Estudo arqueometalúrgico de artefatos resgatados de sítios históricos do Rio de Janeiro*. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica), Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, PUC-RIO, 2005. Orientador: Prof. Dr. Guillermo Solorzano.

_____. Técnicas Microanalíticas da Arqueometalurgia. Diagnósticos e Métodos. In: *Metais, Restauração e Conservação*, Projeto Monumenta - Coleção Artes e Ofícios: In-fólio, Rio de Janeiro, 2009. p. 79-82.

CAMPOS, Guadalupe do Nascimento; LESSA, Andrea P.. Sítio Arqueológico Cemitério da Igreja de São Gonçalo Garcia. *Vestígios Revista Latinoamericana de Arqueología Histórica*, 2015 (no prelo).

CHILDS, Terry S.; SULLIVAN, Lynne P.. *Curating Archaeological Collections: from the Field to the Repository*. Oxford: Altamira Press, 2003.

CILIBERTO, Enrico; SPOTO, Giuseppe (Eds.). Modern Analytical Methods in Art and Archaeology. Chemical Analysis. In: WINEFORDNER, J. D. (Ed.), *Chemical Analysis*. A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Applications, v.155, New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000. Disponível em: <http://media.johnwiley.com.au/product_data/excerpt/1X/04712936/047129361X.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.

CLEERE, Henry. Archaeometallurgy comes of age. *Antiquity*, n. 67, Oxford University Press, p. 175-178, 1993.

CURY, Isabelle. *Cartas Patrimoniais*. Rio de Janeiro: IPHAN, Edições do Patrimônio, 3ª Edição, 2004.

DOLLERY, Diane; HENDERSON, Jane. Conservation Records for the Archaeologists? *Studies in Conservation*, v.41, Issue Supplement-1, p. 43-47, 01 January 1996.

ESCHWEGE, Wilhelm Ludwig von. *Pluto Brasiliensis*, v. 1, editora Universidade de São Paulo, 1979.

FUNARI, Pedro Paulo A.. Teoria e métodos na Arqueologia contemporânea: o contexto da Arqueologia Histórica. *Menme Revistas de Humanidades*, Dossiê Arqueologias Brasileiras, v.6, n. 13, p.1-5, dez.2004/jan. 2005. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufrn.br/mneme/article/view/267/243>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

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*. 1ed. 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: 13 out. 2015.

GRANATO, Marcus; CAMPOS, Guadalupe do Nascimento. Teorias da conservação e desafios relacionados aos acervos científicos. *MIDAS. Museus e estudos Interdisciplinares*, v. 1, p. 1-12, 2013. Disponível em: <<http://midas.revues.org/131>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

HOSLER, Dorothy. Organización cultural de la tecnología: aleaciones de cobre en México occidental precolombino. In: *Metalurgia de América Precolombina, Congreso Internacional de Americanistas*, 45, Universidad de los Andes, Atas ... Bogota: Ed. Plazas Clemencia, Banco de Crédito. p.69-77.

KILLICK, Gael. Science, speculation and the origins of extractive metallurgy. In: *Handbook of Archaeological Sciences*, Chischester, UK: John Wiley&Sons, 2001. p.483-492.

LAGO, Dalva C. B. do; MIRANDA, Luiz R. M. 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_e_metais.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2015.

LENIK, Edward J.. A study of cast iron nails. *Historical Archaeology*, Washington, Journal of the Society for Historical Archaeology, v. 11, p. 45-47, 1977.

LIBBY, Jean. Technological and Cultural Transfer of African Ironmaking into the Americas and the Relationship to Slave Resistance Paper presented to Rediscovering America 1492 - 1992. Conference at Louisiana State University Department of Foreign Language and Literatures Baton Rouge, Louisiana February 28, 1992. p.1-20. Disponível em: <http://www.africanamerican.com/folder12/african%20african%20american3/Atlantic%20slave%20trade/African_Technology_Transfer.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2015.

LIGHT, John D.. Observations concerning the hand forging of wrought iron. *Materials Characterization*, Special Issue - Metallurgy, History and the Fine Arts II, v. 45, p. 327-340, 2000.

LIMA, Inayá; APPOLONI, Carlos; OLIVEIRA, Luis; LOPES, Ricardo. Caracterização de materiais cerâmicos através da microtomografia computadorizada 3D. *Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação*, v.1, p.022-027, 2007.

- LISANTI, Luis. *Negócios Coloniais - uma correspondência comercial do século XVIII*. Rio de Janeiro: Ministério da Fazenda, v.1, 1973. Disponível em: <<https://archive.org/details/negcioscoloniais1973vol2>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- LOREDO, Wanda M. . *Manual de Conservação de Arqueologia de Campo*. Rio de Janeiro: IBPC - Departamento de Proteção, 1994.
- LOGAN, Judy. Storage of Metals. *CCI Notes 9/2*. Canadian Patrimoine Heritage, 2007.
- LOWENTHAL, David. *The past is a foreign country*. Cambridge: University Press, 1985.
- ABM. *Metalurgia e Desenvolvimento: a corrida dos metais no Brasil*. Publicação especial, São Paulo: ABM, 1989.
- MEYER-ROUDET, Hélène. *A la recherche du metal perdu*. Nouvelles technologies dans la restauration des métaux archéologiques. Paris: Editions Errance, 1999.
- MOENS, Luc; BOHLEN Alex von; VANDENABEELE, Peter. X-Ray Fluorescence. In: CILIBERTO, Enrico; SPOTO, Giuseppe (Eds.). *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology. Chemical Analysis*. In: WINEFORDNER, James D.. *Chemical Analysis. A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Applications*, v.155, New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000. p.55-80. Disponível em: <http://media.johnwiley.com.au/product_data/excerpt/1X/04712936/047129361X.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- MOUAT, Jeremy. *Metal Mining in Canada, 1840-1950*. Transformation Series, n. 9. Ottawa: National Museum of Science and Technology, 2000.
- ORSER, Charles E.. *Introdução à Arqueologia Histórica*. Coleção Mínima, Série Ciências Sociais, Belo Horizonte: Editora Oficina de Livros, 1992.
- PEDELI, Conrado; PULGA, Stefano. *Conservation Practices on Archaeological Excavation. Principles and Methods*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013.
- PESEZ, Jean Marie. História da cultura material. In: LE GOFF Jacques (Org.). *A História Nova*. São Paulo: Martins Fontes, 1990. p.177-213.
- PROUS, André. *Arqueologia Brasileira*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1992.
- REHDER, John E.. Metallurgy in Archaeology. *CIM Bulletin*, v.88, n. 986, p. 60-61, London, 1995.

RODGERS, Bradley A.. *The Archaeologist's Manual for Conservation: A Guide to Non-Toxic, Minimal. Intervention Artifact Stabilization*. 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, p137-146, 2001.

SCOTT, David A.. *Copper and Bronze in Art. Corrosion, Colorants, Conservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2002.

SELWYN, Lyndsie. *Metals and Corrosion: a handbook for the conservation professional*. Canada: Canadian Conservation Institute, 2004.

STOCK, Stuart R.. *Micro Computed Tomography, Methodology and Applications*. *CRC Press*, p.145-170, 2008.

TYLECOTE, Frank Edward. *Metallurgy in Archaeology*. London: Ed. Edward Arnold, 1962.

VARGAS, Milton. *História da Técnica e da Tecnologia do Brasil*. São Paulo: UNESP, 1994.

WAYMAN, Michael. Archaeometallurgy contributions to a better understanding of the past. *Materials Characterization*, Special Issue, Metallurgy, History and the Fine Arts II, v.45 , p.259-268, 2000.

_____. Determining the Origin and Age of Metal Artifacts. *MRS Bulletin*, March 1989.

_____. The Analysis of Cooper Artifacts of the Cooper Inuit. *Journal Archaeological Science*, v.12, p.367-375, 1985.

WHARTON, Glenn; Ersoy, Hande Kokten. Conservation of metal Artifacts on archeological sites. Field notes. In: *Practical guides for archaeological conservation and site preservation*, n. 11, Japanese Institute of Anatolian Archaeology, 2002.

YACAMAN, Miguel Jose; ASCENCIO, Jorge A.. Electron Microscopy and Its Application to the Study of Archaeological Material and Art Preservation. Modern Analytical Methods. In: WINEFORDNER, James D.. *Chemical Analysis. A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Applications*, v.155, New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000. p.405-443. Disponível em: <http://media.johnwiley.com.au/product_data/excerpt/1X/04712936/047129361X.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.