

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PARTE 1 - PEDRA

ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS

A TERRA é um dos 9 planetas que gira em torno do Sol e acredita-se ter em torno de 4,6 bilhões de anos. Sua estrutura consiste em 3 grandes partes:

- o núcleo sólido interno com raio de 1.200 km e o núcleo derretido (manto inferior) com raio de 2.300 km;
- o manto superior com espessura de 2.900 km;
- e a crosta com 6 a 7 km de espessura.

A CROSTA E O MANTO SUPERIOR formam os continentes e as plataformas oceânicas que se movem lentamente sobre o manto inferior. Quanto mais próximo ao centro maior a temperatura e a pressão.

ROCHAS são agregados naturais ou combinações de um ou mais minerais. Algumas rochas contêm somente um mineral. No entanto, a maioria é feita de mais de um tipo. Minerais existem naturalmente como sólidos inorgânicos, de composição química definida e organização atômica específica.

APROXIMADAMENTE 99% da crosta terrestre é feita por 8 elementos. Estes elementos combinados formam os minerais. Minerais de silício predominam na maioria das rochas, com exceção das calcárias. Rochas ígneas formam a grande parte do interior da Terra dão origem a este grupo específico de rochas.

OS ELEMENTOS mencionados a seguir mostram a ordem decrescente de sua existência na crosta: oxigênio, silício, alumínio, ferro, cálcio, sódio, potássio, magnésio e os demais em menores proporções.

ALGUNS MINERAIS formadores das rochas são:

nome	radical químico
sulfeto	[S]
halido	[Cl & F]
óxido e hidróxido	[O ₂] [OH] [H ₂ O]
carbonato	[CO ₃]

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

sulfato	[SO ₄]
olivina	[Si O ₄]
piroxeno	[Si ₂ O ₆]
anfibólito	[OH] ₂
feldspato	[Al Si ₃ O ₈]
feldspatóide	[Al Si ₂ O ₆] [Al Si ₂ O ₄]
mica	[Al Si ₃ O ₁₀]
outros filossilicatos	[Si ₄ O ₁₀]

Obs.: símbolos químicos: S enxofre, Cl cloro, F flúor, O oxigênio, H hidrogênio, C carbono, Si silício, Al alumínio.

A CLASSIFICAÇÃO das rochas pode ser feita de acordo com a sua composição química, de acordo com a sua composição mineralógica ou de acordo com a sua estrutura básica. A estrutura da rocha é a soma de propriedades tais como forma, dimensão, hábitos e orientação de suas partículas. Está diretamente relacionada com a sua formação.

MINERAIS são sólidos encontrados em condição estável, que é o estado cristalino. Isto os distingue de todos os outros sólidos existentes em outros estados, definidos como corpos amorfos, tais como vidros e gels coloidais.

PROCESSOS GEOLÓGICOS estão constantemente redistribuindo elementos químicos, minerais e rochas, dentro e na superfície da Terra. Os processos que ocorrem no interior da Terra, como metamorfismo e a criação de montanhas são decorrentes do aquecimento interno. Os processos que ocorrem na superfície como intemperismo, são ativados pela energia do Sol.

A Atividade Vulcânica

Quando rochas da crosta e do manto superior derretem, é formado o magma que pode ser expelido para superfície da Terra através da atividade vulcânica. As rochas resultantes são ígneas extrusivas e a mais comum delas é o basalto, encontrado, por exemplo, no Havaí. O gabro de grãos grossos é o equivalente ao basalto da Finlândia.

Rochas formadas de magma derretido no interior da Terra são chamadas ígneas intrusivas. Também são conhecidas como plutônicas. Uma só rocha, por exemplo o granito, pode formar enormes massas em cadeias de montanhas. O Pão de Açúcar no Rio de Janeiro é feito de rocha ígnea intrusiva (granito) que eventualmente atingiu a superfície, quando rochas anteriores que a cobriam se decompuseram.

Intemperismo

Como o tempo age sobre as rochas, ele pode provocar mudanças químicas ou fragmentação, formando sedimentos. Por exemplo: grãos de areia são feitos quando rochas de quartzo são quebradas e argilas provêm de rochas ricas em feldspato. A argila é um importante componente dos solos.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Sedimentos são transportados pelos rios, ou pelo vento nas regiões desérticas. Eventualmente a velocidade de transporte médio diminui, quando um rio corre para um lago, assim os sedimentos são depositados em diferentes camadas de diferentes tamanhos. Quando estas camadas são compactadas, formam as rochas sedimentares. Rios transportam fragmentos de rocha de uma área para outra. O rio Mississipi, por exemplo, deposita milhares de toneladas diariamente de fragmentos no seu delta.

A expansão e contração das rochas ocasionadas pela variação de temperatura pode fraturá-la, assim como o congelamento e a conseqüente cristalização da água contida na rocha, pode criar rachaduras.

Apenas alguns minerais resistem ao intemperismo pela chuva ácida. Os minerais são dissolvidos à superfície e carregados para o solo e depositados nas rochas inferiores.

Metamorfismo

Quanto mais profunda é a localização de uma rocha no interior da Terra, maior é a pressão a ela submetida, assim como maior a temperatura. Pressão e temperatura causam modificações nas rochas (metamorfose) quando os minerais se cristalizam novamente. Estas são as rochas metamórficas, sendo o mármore uma delas.

ROCHAS ÍGNEAS

- intrusivas: aquelas formadas no interior da terra, que se solidificaram entre a crosta terrestre e só aparecem à superfície quando as rochas que a cobriam foram erodidas.
- extrusivas: são formadas quando o magma entra em erupção através dos vulcões como lava e se solidifica quando atinge a superfície.
- hiper abissais: aquelas encontradas nas camadas mais profundas do manto superior.

Alguns exemplos:

O GRANITO é uma rocha intrusiva bastante comum, que consiste basicamente de grãos de quartzo, feldspato e mica. Os grãos são grandes porque se solidificaram lentamente no interior da Terra. Tem aparência manchada e de coloração variada, de acordo com seus componentes. É encontrado em diversas partes do mundo.

O GABRO é uma rocha intrusiva, composta de minerais escuros, tais como a olivina e augita. Normalmente tem grãos grossos.

O BASALTO é formado pelo resfriamento da lava e é a rocha extrusiva mais comum. Tem aparência homogênea e composição semelhante ao gabro, mas com grãos mais finos. Quando a lava se resfria pode dividir-se em formatos de colunas.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A OBSIDIANA tem aparência vítrea e é formada pelo resfriamento rápido da lava, sem que haja tempo para acontecer a cristalização dos componentes. Foi utilizada pelo homem pré-histórico em suas primeiras ferramentas devido à sua característica de fragmentação em pontas e lascas afiadas.

O PÓRFIRO é uma rocha que contém grandes cristais no meio de grãos médios.

A SERPENTINITA, como diz o nome, possui o mineral serpentina, de grãos grossos, vermelhos e verdes. É entrecortada por veios brancos de calcita.

ROCHAS SEDIMENTARES

Quando as rochas são afetadas pelo intemperismo (químico ou mecânico) elas se dividem em pedaços menores. Este material, chamado de sedimento, pode ser eventualmente transportado para um novo local, normalmente para o mar ou leito de rios. Os sedimentos são depositados em camadas que são enterradas e compactadas. Com o tempo as partículas são cimentadas para formar novas rochas, conhecidas como rochas sedimentares e de gênese secundária.

A INTENSIDADE DA ENERGIA ocasionada no transporte dos sedimentos influenciará nas características morfológicas, na composição química, na concentração de tamanho de grãos e na orientação dos cristais.

São responsáveis por 75% das rochas existentes na crosta terrestre.

MUITAS ROCHAS CALCÁRIAS possuem reminiscências de organismos vivos (fósseis), tais como conchas e gastrópodes. O gesso¹, que também é uma rocha calcária, é formada por esqueletos minúsculos de animais marinhos, invisíveis a olho nu. Outra pedra calcária, oolita, forma-se no mar, onde a calcita envolve grãos de areia.

CONGLOMERADOS são rochas muito heterogêneas com agregados grossos e matriz fina.

BRECHA, como os conglomerados contém fragmentos de rocha, de forma porém bem mais angulares por não terem sido rolados pela água ou levados para locais distantes de sua rocha de origem.

ARENITOS são rochas de grãos de quartzo com matriz calcária e/ou silícea e/ou argilosa.

A TUFA CALCÁRIA é muito porosa. É formada pela evaporação da água, encontrada algumas vezes em grutas calcárias.

¹ algumas rochas sedimentares são formadas pela evaporação de águas salinas, como gesso e halidos. Este último é mais conhecido como sal rochoso, do qual é extraído o sal de cozinha. O gesso é usado para fazer o pó que leva o seu nome.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ROCHAS METAMÓRFICAS

Essas rochas têm seu nome de origem grega (*meta* e *morphe*), que significa mudança de forma. São rochas ígneas ou sedimentares que foram alteradas devido ao aumento de temperatura e/ou pressão. Essas condições podem ocorrer durante o processo de surgimento de montanhas (aumento de pressão), ou quando estão próximas a lavas (aumento de temperatura). Possuem pouca matriz entre os grãos e a orientação dos cristais é constante. A dilatação com calor é reduzida.

MÁRMORES são rochas calcárias que foram expostas a altas temperaturas, novos cristais de calcita crescem e formam uma rocha compacta.

GNEISSES são oriundos tanto de rochas ígneas quanto sedimentares. Têm grãos grossos e são facilmente identificados por terem seus minerais separados em camadas, que podem ser irregulares devido às pressões de flexão que sofreram.

XISTOS têm grãos médios formados por material argiloso submetido a altas temperaturas.

PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO

DEFINIÇÕES:

MINERAL: substância sólida que tem uma composição química homogênea e bem definida. Se encontra na natureza.

ROCHA: união de minerais. Parte integrante da massa sólida da Terra. Sua composição, estrutura e agregados são distintos e independentes de outras unidades petrográficas vizinhas.

PEDRA: termo usado para indicar rochas compactas usadas pelo homem em arquitetura e escultura.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DAS PEDRAS

FATORES ENDÓGENOS

TIPO DE PEDRA DO MONUMENTO E SUAS CARACTERÍSTICAS

estrutura e textura da rocha
composição mineral da rocha
porosidade

permeabilidade ao ar e à água

módulo de elasticidade
resistência à compressão
micro dureza
abrasão

MORFOLOGIA E SUA ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA

orientação frente ao regime de ventos, às chuvas e à
radiação solar

morfologia das superfícies expostas

tipo de chuva nas áreas molhadas (depósitos secos ou
úmidos)

FATORES EXÓGENOS

MICRO CLIMA

temperatura do ar e umidade relativa
pressão atmosférica
ponto de congelamento
radiação solar
velocidade e direção do vento
regime de chuvas: quantidade, PH, condutividade e química

atmosfera: partículas existentes no ar e gases (SO₂, NO_x,
O₃, CO₂ e HCl)

ATIVIDADE QUÍMICA E BIOQUÍMICA

dissolução
hidrólise
sulfatação
nitrificação
ação de bactérias, fungos e líquens
atividade de pássaros, etc.
vandalismo

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ATIVIDADES FÍSICAS

ciclos seco-úmido & congelamento-descongelamento
cristalização de sais
abrasão eólica
terremotos

vibrações: choques térmicos, tráfego urbano, sinos,
concertos

ANÁLISE DOS DANOS DO MONUMENTO

DEFINIÇÃO DO MONUMENTO

locação e orientação
dimensão, forma e composição
uso histórico

CLIMA

regime de vento e chuva
radiação solar
temperatura e umidade relativa do ar
ponto de congelamento

DURABILIDADE DO MATERIAL

mineralogia e petrografia
porosidade e permeabilidade
produtos de alteração
crostas e eflorescências salinas
testes de envelhecimento

POLUENTES ATMOSFÉRICOS

SO₂, NO_x, O₃, CO₂ e HCl
partículas do ar (quantidade e tipo químico)
depósitos (secos e úmidos)
características físicas e químicas da chuva

FATORES ANTRÓPICOS

vandalismo
iluminação e turismo
restaurações antigas

FAUNA

macro e micro organismos
fungos, algas e líquens
oxalatos (material produzido por bactérias)

PARA MELHOR COMPREENSÃO dos processos de deterioração deve-se
conhecer as propriedades físicas e mecânicas das rochas. A seguir faremos

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

um resumo das noções dadas pelo geólogo Modesto Montoto (Departamento de Geologia, Grupo de Petrofísica, Universidade de Oviedo, Oviedo, Espanha), em suas aulas no curso de Conservação de Pedras (ICCROM, Veneza, Itália, 1997) do qual participamos.

A ÁGUA é um dos mais importantes agentes de deterioração das pedras, além das propriedades físicas das rochas serem bastante dependentes da quantidade de água que elas contêm.

ESTA ABORDAGEM focaliza a geometria do sistema de vazios, principalmente a porosidade aberta e conectada, isto é, a parte do sistema de poros abertos a caminhos que permitem a água, os poluentes, os produtos de tratamento, etc. a terem acesso ao interior das pedras.

A AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA DOS POROS pode ser feita através de instrumentos, sendo o porosímetro de mercúrio aquele que obtém o diâmetro da garganta do poro. O diâmetro médio do poro é reconhecido através de imagens microscópicas digitalizadas, sendo mais usados o microscópio eletrônico de varredura (*SEM scanning eletron miacroscope*) e a microscopia de fluorescência. Obtêm-se informações complementares, que são relacionadas principalmente com a cinética² da água.

A RELAÇÃO entre a deterioração da pedra e o aumento de sua porosidade em relação à rocha são direta. As rochas podem ser classificadas como cimentadas e cristalinas. As primeiras (rochas calcárias, arenárias, etc.) são caracterizadas por terem poros. As segundas (granitos, mármore, etc.) por terem porosidade pequena, caracterizam-se por formarem fissuras quando deterioradas.

UM MÉTODO NÃO DESTRUTIVO para avaliação da micro fissuração, ou aumento de vazios, é feito através da emissão acústica / informação micro sísmica. A emissão é feita na superfície e medida na parte posterior da peça, e então comparados com parâmetros conhecidos da rocha em seu estado natural.

A aplicação de métodos não destrutivos requer precisa metodologia. Depois de analisado o problema o procedimento deve ser confirmado em laboratório.

ESQUEMA DE TRABALHO:

NO LOCAL: estudo da pedra, deterioração visível.

NO LABORATÓRIO: caracterização petrográfica e petrofísica, análises teóricas, seleção de testes não destrutivos, proposta experimental (instrumentalização, testes de envelhecimento, interpretação petro-física), avaliação dos procedimentos.

NO LOCAL: aquisição de dados

NO LABORATÓRIO: análise de dados, interpretação petro-física, integração de resultados.

² Cinética é o estudo das forças que causam ou influenciam movimentos.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

INTERPRETAÇÃO: estado de deterioração interior (não visível) da pedra.

Complementando o assunto, P. ROSSI-DORIA (CNR), em seu estudo '*Pore Structural Analysis in the Field of Conservation: State of the Art and Future Developments*' (Análise da estrutura porosa no campo da conservação: estado da arte e desenvolvimentos futuros), afirma que materiais porosos (pedras naturais, argamassas, tijolos, cerâmicas e todo tipo de material usado para reparos como adesivos e agregados) sofrem com fatores ambientais, classificados como processo de corrosão e estresse, nos quais ataques químicos são combinados a estresse mecânico.

A POROSIDADE ORIGINAL DAS ROCHAS é resultado das condições geológicas que as formaram. Rochas sedimentares podem ter cristais justapostos (materiais não porosos), ou terem vazios entre os cristais (poros intercristalinos). A estrutura porosa destas rochas é bastante diversificada, dependendo do tipo e forma das partículas. Também o nível de cimentação dos poros pode ser total ou parcialmente preenchidos. A argila é uma substância possível de ser encontrada nestes espaços.

ROCHAS ÍGNEAS INTRUSIVAS (por exemplo o granito) não possuem vazios. As extrusivas (por exemplo o basalto) possuem alguns isolados.

ROCHAS METAMÓRFICAS são geralmente não porosas.

RESUMINDO a grande variedade, temos que a porosidade total de arenárias varia entre 0,5 - 42%, a porosidade das pedras calcárias duras entre 0,8 - 27 %, das pedras calcárias macias entre 4 - 42%, dos granitos entre 0,05 - 2,8 %, basalto 0,1 - 10% e dos mármore entre 0,1 - 6%.

MATERIAIS ARTIFICIAIS, tais como argamassas e tijolos, têm estrutura de poros complexa, dependendo das características de seus componentes (composição mineralógica e química, distribuição de grãos, etc.) e o método de preparo (seleção, mistura, moldes, cura).

ARGAMASSAS DE CIMENTO E AREIA usadas em conservação têm porosidade pequena e 66% dos capilares (ou poros) têm diâmetro menor do que 0,1 μm e poros superiores a 10 μm são inexistentes. Obs. μm : nano metro = 10^{-6} .

ARGAMASSAS DE CAL têm poros largos (45% acima de 10 μm). Esta característica se repete com a adição de pó de tijolo (35% acima de 10 μm).

MÉTODOS INDIRETOS para analisar a quantidade de água absorvida por uma amostra são:

- imersão parcial em água,
- imersão em mercúrio,
- imersão total em água,
- permeabilidade ao vapor de água.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

UMA DIFICULDADE para a conservação é a impossibilidade de se obter grandes amostras e em número comparável aos testes feitos com materiais novos.

NÃO É POSSÍVEL, no entanto, fazer uma relação direta de quanto maior a porosidade natural da rocha maior a deterioração do material. Quando há cristalização de sais ou congelamento, o dano maior acontece nos materiais mais compactos. Experiências parecem indicar que o poros entre 0,1 e 1 µm são os que mais sofrem.

É TAMBÉM DIFÍCIL analisar a eficácia de um tratamento de consolidação somente considerando a variação da porosidade. Deve-se ter em conta outras análises e de uma forma geral tender para resultados próximos da rocha natural.

COMO AVALIAR

UMA METODOLOGIA para estudar a deterioração, o intemperismo e a conservação de monumentos - baseado nas aulas do Dr. Arnold, durante o curso de conservação de pintura mural - ICCROM, 1994.

O ENVELHECIMENTO e a deterioração dos materiais que fazem o nosso patrimônio cultural são ocasionados pela ação do homem e pelo intemperismo. Simplificando, o intemperismo significa a transformação mostrada através do envelhecimento causado pela ação atmosférica. 3 causas importantes:

- as causas atmosféricas são acentuadas pela ação do homem,
- as transformações que acontecem envolvem processos físicos, químicos e biológicos,
- os efeitos são as alterações e danos nos materiais dos objetos de valor cultural.

A PERCEPÇÃO DOS DANOS conduz os conservadores e cientistas a prestar atenção nos problemas de intemperismo e na conservação dos monumentos. Deseja-se estagnar ou atrasar a deterioração. Assim chegamos a algumas ideias:

- eliminar as causas, isto é, os agentes atmosféricos,
- dificultar a evolução dos processos de intemperismo,
- reduzir os efeitos aumentando a resistência dos objetos frente ao intemperismo.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

QUASE SEMPRE somente a última opção é considerada. Os esforços da ciência e tecnologia focalizam tratamentos protetores dos materiais.

ISTO É EVIDENTE diante do grande número de artigos publicados relatando as qualidades, os métodos e produtos para tratamento e sua eficácia, e dos poucos que lidam com a evolução do processo de deterioração dos objetos.

De fato, ignorando o real processo de deterioração, aproxima-se do risco de acelerar a deterioração, que é atestado em diversos fracassos de preservação.

Assim, se pretendemos efetivamente preservar monumentos, não temos que apenas consertar danos e fazer supostos tratamento protetivos, mas devemos investigar a evolução do degrado e o intemperismo in situ.

TODOS OS MONUMENTOS são mais ou menos deteriorados. Aconteceu no passado e continuará acontecendo no futuro. O que observamos, documentamos e preservamos é apenas um estado particular de preservação em um dado momento. Neste sentido, preservação significa também intervir na evolução histórica do processo de intemperismo.

PRESERVAÇÃO de monumentos significa reconhecê-los como monumentos, definir o seu estado de conservação e de deterioração, para então agir de forma a deixá-los sobreviver autenticamente o máximo possível.

ESTA DEFINIÇÃO vem do ponto de vista das ciências naturais, que é complementar à arqueologia, à arquitetura e à história da arte. Isto posto, cabe ao conservador:

- reconhecer os materiais e estruturas dos monumentos,
- estabelecer qual o estado de preservação do bem histórico, exposto à estresses ambiental e poluição,
- compreender os risco de deterioração ocasionados pelo intemperismo, as alterações e os degrados,
- aconselhar ações de preservação e restauração, controlar e monitorar a sua eficácia.

ISTO IMPLICA EM CONHECER as causas e efeitos locais de intemperismo e também suas evoluções e interatividade com o passar do tempo. Experiências simuladas em laboratórios são complementares e devem ser confirmadas no local. Levanta-se a questão da compreensão interdisciplinar e de como diferentes métodos do conhecimento podem contribuir para resolver problemas de deterioração e preservação. Fracassos em preservação são frequentemente resultados de mal entendidos metodológicos entre conservadores e cientistas.

CONSERVADORES TÊM DE FATO QUE cooperar com químicos, físicos, geólogos, biólogos, engenheiros, etc. Se o conservador não sabe das possibilidades e limites de cada disciplina para dar respostas verdadeiras e

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

relevantes para suas questões práticas, ele não será capaz de avaliar se as recomendações são válidas.

Pode-se distinguir 3 métodos científicos de análise usados em monumentos:

- métodos analíticos (física e química),
- métodos fenomenológicos (geologia, biologia, etc.),
- métodos empíricos (trabalho prático dos conservadores).

OS MÉTODOS ANALÍTICOS descrevem um fenômeno singular através das leis naturais formulado em termos matemáticos. Eles observam a natureza, deduzem uma teoria (ou vice-versa) e executam experiências isoladas para verificar ou falsificar uma teoria.

AS OPERAÇÕES SÃO análises, medições e cálculos. Nos monumentos os cientistas analíticos retiram amostras e medem parâmetros físicos. No laboratório, eles realizam análises químicas, testes físico-químicos e simulações em ambientes climatizados. A partir dos resultados eles concluem causas do degrado e recomendações. Os métodos e teorias são consistentes e reproduzíveis internamente. No entanto, os modelos e conclusões serão somente relevantes e correspondentes a qualquer evolução real dos processos nos objetos, se os resultados são controlados dentro do contexto real in situ.

OS CIENTISTAS FENOMENOLÓGICOS observam formas, superfícies, situações, processos e evoluções. O fenômeno observado é explicado através de modelos e teorias. Os resultados de análises químicas e medições físicas são combinados e integrados a modelos. Finalmente os resultados são testados no local, e os seguintes passos são usuais:

- observação das estruturas, dos materiais, formas de degrado, situações e processos de sua evolução,
- análise químicas e medições são feitas em função destas observações,
- explanação de estados, processos e evoluções combinando resultados de observações, análises e medições,
- reprodução de testes de alguns processos sob ambientes controlados em laboratório,
- recomendações para preservação,
- controle e monitoramento do trabalho de preservação e seus efeitos através dos métodos mencionados.

O MÉTODO EMPÍRICO dos conservadores (arquitetos, restauradores e artesãos) é feito através da objetividade e experiência do trabalho feito nas obras, com as seguintes características:

- experiência e conhecimento técnico é adquirido através da observação, reparos e trabalhos de conservação, e da tradição dos artesãos,
- os resultados das ciências naturais são integrados nas teorias e novos métodos de preservação são desenvolvidos e ampliados,
- a eficácia é controlada pela observação e verificada ao longo do tempo.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Este método é chamado de 'subjetivo', já que os resultados devem ser avaliados e inspecionados nos objetos preservados e em documentações. De fato, esta é a forma mais eficaz de controle da durabilidade e validade da conservação por um período contínuo mais longo. Mas tem seus pontos fracos. As tradições artesanais foram substituídas pela construção industrial desde o século XIX e o comportamento dos monumentos foi transformado pelas novas necessidades (condicionamento de ar, isolamento, novas instalações, demandas estéticas, etc.). Finalmente, os métodos e produtos para conservação mudam tão rapidamente que é quase impossível fazer experiências realistas.

É ÓBVIO QUE AS CONTRIBUIÇÕES de todos esses métodos são necessárias para resolver os problemas de conservação de monumentos. A questão é como organizar o diálogo entre as disciplinas separadas para que haja possibilidade de obter resultados úteis e relevantes.

OS CONSERVADORES trabalham empiricamente com o objeto como um todo. Eles investigam, planejam, aplicam e controlam intervenções práticas de preservação. Mas para tomar decisões com conhecimento das circunstâncias relevantes, eles precisam entender e integrar os resultados das ciências naturais nas ações diretas no objeto.

QUASE SEMPRE OS RESULTADOS de análises químicas e medições de parâmetros físicos não explicam nada se não são integradas a um estudo fenomenológico para explicar o processo de deterioração no contexto real.

RESUMINDO, métodos analíticos lidam com problemas singulares através de análises, medições e testes; a fenomenologia integra estes resultados e o empirismo sintetiza estes dois. Conservadores podem entender os resultados analíticos somente através de uma interpretação fenomenológica.

NAS CONSTRUÇÕES as transformações e deteriorações podem ocorrer num tempo que podemos vivenciar, isto é, em dias, em meses, anos, décadas e para alguns processos séculos ou milhares de anos.

COMO RECONHECER a velocidade desses processos e sua atividade?

- observações diretas,
- acompanhar os processos e seus efeitos com intervalos repetidos, comparando-os,
- comparação de documentos antigos e o atual estado de conservação.

Estes estudos são como um tesouro para a experiência científica conduzir investigações posteriores. Podem corrigir ideias errôneas, que muitas vezes temos sobre a velocidade dos processos de deterioração.

O INTEMPERISMO acontece em locais específicos, em distintas circunstâncias, com uma velocidade determinada e com um aspecto particular.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

NÓS PERCEBEMOS os processos como eventos individuais ou como um progresso contínuo. A maioria dos processos de deterioração estão relacionados a episódios eventuais e sequência de eventos, por exemplo chuva, congelamento, descongelamento, condensação, cristalização de sais e expansão hídrica e térmica.

HÁ OS EVENTOS singulares, incêndio, colisões, explosões, etc. Há os eventos que se repetem. Podem acontecer acidentalmente (chuvas, inundações, condensações, etc.) ou aqueles que se repetem periodicamente: ciclos diários (iluminação, congelamento-descongelamento, expansão térmica, cristalização de sais), ciclos semanais (condicionamento de ar), ciclos sazonais (congelamento, aquecimento e período de chuvas).

É DIFÍCIL GENERALIZAR em números os patamares de resistência ao intemperismo sem uma referência direta aos eventos e condições específicas, que é sempre uma combinação de fatores. De outro lado a velocidade de processos como a dissolução química, ascensão da água por capilaridade, formação de crostas e crescimento biológico devem ser estimados numa ordem de grandeza.

UMA ESTIMATIVA QUANTITATIVA é somente possível quando refere-se a um processo distinto com uma determinada exposição, como por exemplo a dissolução de uma específica pedra calcária num determinado local.

NO ENTANTO, ATRAVÉS DA EXPERIÊNCIA pode-se supor quão rápida será o desenvolvimento de uma deterioração. Por exemplo, enquanto líquens ocupam os poros de uma superfície rochosa e sua penetração levará décadas para se desenvolver, a chuva ácida pode dissolver o material em algumas décadas. Assim é mais razoável deixar os líquens do que removê-los e expor a superfície descoberta exposta a uma deterioração mais rápida.

A OBSERVAÇÃO COMBINADA das formas de intemperismo e situações, e a projeção de suas evoluções aumenta as possibilidades de avaliação do progresso da deterioração e os riscos aos quais as partes examinadas estão expostas. Assim sendo, podemos distinguir algumas categorias:

- nenhum dano é reconhecido - se as condições não mudarem não há previsão de riscos, não há necessidade de conservação;
- a deterioração não é mais ativa - os danos são visíveis, futuros danos são possíveis se as condições mudarem, recomenda-se o monitoramento;
- a deterioração é ativa - seu progresso é lento e as intervenções não são urgentes, a situação pode ser estabilizada temporariamente através de consolidações em áreas restritas; ou o progresso é rápido, medidas de preservação são urgentes.

ESTA METODOLOGIA abre caminhos, não muito comuns hoje em dia. Aqui, a primeira questão é se devemos ou não intervir, ao invés de como intervir. Deve-se distinguir as partes do edifício que não estão sob risco, outras onde a deterioração é considerável e onde investigações e medições

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

são importantes para a preservação. Assim, as intervenções seriam localizadas e medidas adequadas seriam tomadas, não simplesmente através de um tratamento generalizado.

ÁGUA E SAIS

MATERIAIS POROSOS como tijolos, pedras e argamassas são compostos por cristais de carbonatos, de silicatos, de aluminatos e óxidos. Silicatos vítreos (por exemplo o vidro, que é não cristalino) estão normalmente presentes.

A SUPERFÍCIE destes cristais é rica em átomos de oxigênio com carga eletronegativa. Superfícies que mostram polos elétricos devido aos átomos de oxigênio ou devido ao grupo oxigênio-hidrogênio (hidroxil) são chamadas de superfícies polares.

NA DIREÇÃO OPOSTA, a atração elétrica (campo elétrico) criada pelos átomos de hidrogênio, atrai outras moléculas de água, que vão atrair outras moléculas de água e assim sucessivamente. A ligação do hidrogênio não é tão forte quanto uma ligação química, mas é necessária uma certa quantidade de energia para desfazê-la.

O MOVIMENTO ELÉTRICO DA ÁGUA (eletro cinética) é explicado também pela presença de íons positivos e negativos formados pela dissolução de sais. Qualquer que seja o mecanismo de transporte, a quantidade de energia necessária para levar a água dentro dos poros de materiais hidrófilos não é muito grande, tanto que as moléculas são substituídas por outras. O movimento necessita apenas de uma ativação de energia pequena.

A GOTA D'ÁGUA - todas as moléculas da superfície são atraídas para dentro por causa da ligação (ou atração) do hidrogênio, resultando numa forma esférica.

Quando a gota cai sobre uma superfície não hidrófila, o ângulo de contato entre o sólido e o líquido é grande. Caso contrário a gota se esparrama e o ângulo de contato é pequeno. Líquidos não polares sempre mostram ângulos pequenos pela sua pequena atração interna.

SUCÇÃO CAPILAR - poros muito pequenos são chamados de poros capilares. A água é sugada dentro deles se a atração superficial dos poros é maior do que a da água por ela mesma. A altura da força de sucção depende da natureza da superfície do poro e do seu diâmetro. Quanto menor o diâmetro maior a sucção. A força capilar é suficiente para suplantar a gravidade e fazer a água subir em poros que são suficientemente finos.

Se a sucção da água não é contra balanceada por outros fatores, como evaporação, a subida contra a gravidade pode chegar a muitos metros.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A DISTRIBUIÇÃO da água pode ser esquematizada da seguinte maneira:

- nível 1: o material está completamente seco, todos os poros abertos.
- nível 2: somente menores poros (capilares) estão cheios.
- nível 3: capilares estão cheios e a superfície dos poros largos tem um filme de água,
- ambos capilares e poros largos estão cheios.

Obs.: a presença de sais solúveis aumenta consideravelmente a quantidade de água absorvida.

DIFERENTES TIPO DE MOVIMENTOS acontecem:

- sucção: contato de uma superfície seca com a água e consequente absorção,
- difusão: a água passa de locais com mais quantidade para outros com menos quantidade,
- osmose: atração por locais com maior quantidade de sais solúveis,
- eletrocinética: a água caminha para locais com carga negativa,
- calor: a água vai de locais mais quentes para os mais frios.

O MOVIMENTO DA ÁGUA EM ESTADO GASOSO tem outras características:

- condensação e absorção: as moléculas são transportadas no estado gasoso para a superfície ou para o interior do material poroso.
- evaporação: do ponto de vista da atração elétrica existente entre superfícies hidrófilas e as moléculas da água é bem mais fácil fazer com que a água entre no material do que removê-la.

RESUMINDO, uma vez que o material absorveu água do meio ambiente, é bem difícil retirá-la. Mesmo o material seco tem a tendência de manter a quantidade de água em equilíbrio com a quantidade constante de seu meio.

A ASCENÇÃO da água provem da absorção nas fundações e só para quando a evaporação pelos muros é compensada em igual valor.

SAIS SOLÚVEIS estão presentes nos materiais de construção, nos solos e na atmosfera. A água é um veículo para a sua distribuição.

A DETERIORAÇÃO PROVOCADA PELOS SAIS afeta rochas, materiais de construção, azulejos, vidros e muitos outros materiais porosos. Praticamente todos os muros de pedra ou de argamassa possuem sais solúveis, dispersos ou concentrados. Podem apresentar eflorescências superficiais ou sub-eflorescências em zonas atrás das superfícies, como agregados de cristais. Também podem estar presente sob a forma de solutos³ dentro dos muros. Os sais mais encontrados nos muros são:

³ substância dissolvida.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos e oxalatos de sódio, de potássio, de cálcio, de magnésio e de amônia.

OS SAIS SÃO PRODUTOS do intemperismo químico e biológicos, proveniente das pedras e outros materiais (naturais ou de construção) ou decorrentes da ação humana.

A ÁGUA DO SUBSOLO é rica em sais. Próximo a locais com atividade humana, ela é enriquecida com nitratos e cloretos, sendo os nitratos produzidos por micro organismos de refugos orgânicos e os cloretos provenientes do consumo de cloreto de sódio ou de zonas próximas do mar.

MATERIAIS que dão origem ao crescimento de sais são: ácidos, soluções alcalinas, cimento Portland, etc. e são perigosos quando usados em construções antigas.

Muitos destes produtos são utilizados em limpeza de obras de arte e todos formam sais. As mais importantes deteriorações são decorrentes do uso do cimento Portland, que tem 1% de sais solúveis em sua composição.

DISSOLUÇÕES ÁCIDAS e a deterioração ocasionada pelos sais são os principais aspectos dos efeitos da poluição atmosférica nas pedras, argamassas e pinturas murais. Essas substâncias são principalmente gases (CO_2 , SO_2 , N_2O , NO_2 , NH_3 , CH_4), aerossóis líquidos (ácidos e soluções salinas) e aerossóis sólidos (óxidos de minerais metálicos, sulfidos, fumaça, micro organismos, etc.).

OS MAIS CONHECIDOS são: o dióxido de enxofre, o ácido sulfúrico e sulfatos que formam as crostas negras nos edifícios urbanos. Mas nem todas as crostas negras são de gesso. Podem ser oxalatos, crostas silíceas, e filmes biológicos. Os principais depósito de enxofre são secos e vêm do próprio local. Bactérias podem oxidar a amônia produzindo ácido nítrico, que reagem com carbonatos produzindo sais de nitratos.

OS ÍONS DE SAIS das diversas origens circulam em soluções aquosas dentro dos materiais porosos. Quando a água evapora os sais acumulam e as soluções se concentram. Quando e como a super saturação é alcançada, diferentes fases precipitam e fracionam em sistemas de muitos componentes, frequentemente formando sequências de diferentes sais. A ascensão da água por capilaridade é um exemplo da evolução do sistema dos sais nos muros.

A OBSERVAÇÃO mostra que logo acima do nível do solo, o muro (recoberto por argamassa) é menos deteriorado do que a superfície superior. Nesta segunda altura ocorrem desintegração granular, queda de partes e a maioria dos sais aparecem. São na maioria: sulfato de sódio, sulfato de magnésio, sulfato de cálcio, nitrato de potássio e também carbonato de sódio. Acima desta segunda área, normalmente estão cloretos e nitratos, que dão aparência escura. Obviamente, isto não é uma regra geral. A terceira zona é a que tem maior concentração de sais, mas os

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

maiores danos ocorrem abaixo desta zona. Quanto maior a solubilidade do sal mais longe ele será transportado.

A CRISTALIZAÇÃO está relacionada com a umidade relativa do ar. Somente em ambientes onde a umidade relativa de equilíbrio do sal é menor do que a umidade relativa do ambiente, ele se cristalizará. Este processo conduz à deterioração da superfície. A alternância de valores da umidade relativa do ar provoca ciclos de cristalização/dissolução, com possível deterioração da superfície ou do substrato.

O ATAQUE BIOLÓGICO

ECOLOGIA é a ciência que estuda as interrelações de organismos e seu meio ambiente. A análise das relações das obras de arte com o meio é a base para uma aproximação a um sistema, ou o ecossistema.

GENERALIZANDO, os fatores biológicos prejudicam a conservação das obras de arte. Mas há exemplos de sítios arqueológicos que são favorecidos pela presença de árvores e outros casos específicos que contradizem a regra.

FATORES DE LIMITE para o crescimento biológico são aquelas condições mínimas que inibem a presença de espécies biológicas, tais como, pH⁴, temperatura, umidade, luz e salinidade, etc.. O crescimento de organismos depende da disponibilidade destes fatores. Quando um deles está no nível mínimo há uma estagnação no crescimento.

A BIODETERIORAÇÃO dos materiais envolve mecanismos de diferentes tipos: processos físicos ou mecânicos ocasionando desintegração do substrato e processos químicos que provocam a decomposição. Normalmente estes processos acontecem em conjunto. Além dessas ações diretas, os micro organismos ou organismos criam condições favoráveis ao desenvolvimento de outras espécies, em outras palavras, uma sucessão ecológica.

Outros tipos de deterioração facilitam a biodeterioração, por exemplo, uma pedra em seu estado são (estado natural de boas condições) tem menores possibilidades de ser atacada por micro organismos porque seus poros não estão muito abertos. Os processos químicos transformam as substâncias, que são o alimento dos micro organismos. Alguns micro organismos (bactérias, algas e líquens⁵) produzem pigmentos de diferentes cores durante o seu crescimento.

⁴ logaritmo decimal do inverso da atividade dos íons hidrogênio numa solução, pH = 7 neutro, abaixo de 7 = ácido, acima de 7 = básico.

⁵ bactéria - microrganismo unicelular, que se reproduz por cissiparidade, fungo - microrganismo sem flores, sem clorofila, talófito, que pode ser unicelular ou estruturado, líquen - vegetal criptogâmico formado pela íntima associação de uma alga verde ou azul com um fungo superior.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

O CONCEITO DE DEGRADO ESTÉTICO é subjetivo e inclui alterações na aparência das obras de arte. Mesmo que seja apenas uma questão estética, não é possível desassociá-la da deterioração superficial. É verdade que existem casos de líquens que protegem a superfície devido ao seu crescimento lento, se comparado com a deterioração possível diante de uma exposição a um ambiente agressivo para a matéria.

NÃO É FÁCIL PARA UM LEIGO diferenciar os microrganismos para fazer uma prevenção correta. Para o ataque a pedras e materiais relacionados temos os seguintes efeitos:

- bactérias : crostas negras, pátinas marrom e preta, esfoliação e pulverulência, mudança de cor,
- actinomicetes⁶: pó branco-cinza, pátinas, eflorescências brancas,
- fungos: manchas coloridas, esfoliação, pequenos furos,
- cianobactéria e algas: pátinas e folhas de várias cores e consistências,
- líquens: crostas, manchas, pequenos furos,
- musgos: talos verde-cinza,
- plantas: espécies com madeira induzem a rachaduras, colapso e destacamento de materiais,
- animais (exceto insetos⁷): buracos de tamanhos variados, decomposição de excrementos com efeito corrosivo, arranhões.

A IDENTIFICAÇÃO do microrganismo é feita através de exames em microscópio e culturas. A aparência modifica-se em casos de crescimento em condições desfavoráveis.

SUBSTRATOS INORGÂNICOS são preferencialmente colonizados por organismos autotróficos⁸. No entanto é errado pensar que os materiais inorgânicos não tenham nenhum resíduo de matéria orgânica, fato este bastante comum em artefatos expostos ao ar livre. A poluição atmosférica, pólenes, vestígios de colonizações biológicas prévias, antigos tratamentos (óleo, caseína, etc.), ou novos (coberturas protetoras, consolidantes) excrementos de pássaros e práticas de agricultura (uso de fertilizantes), favorecem o desenvolvimento da microflora heterotrófica⁹.

BACTÉRIAS atacam as pedras somente pela ação química. Sintetizam sulfato de cálcio, nitrito e nitrato de cálcio e complexas quelações¹⁰. Há aquelas que obtêm energia a partir do ferro, outras que mobilizam sílica, silicatos e fósforo.

⁶ família de bactérias que transitam para os fungos.

⁷ Não são mencionados porque raramente atacam estes materiais.

⁸ Qualquer organismo capaz de utilizar dióxido de carbono como única fonte de carbono.

⁹ heterotrófico: qualquer organismo que requer um componente orgânico como fonte de carbono.

¹⁰ refere-se a ligações químicas feitas com formato pinças entre moléculas.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

FUNGOS são atraídos para pedras e muros pela proximidade de resíduos orgânicos. Normalmente provocam manchas escuras. Algumas espécies penetram no substrato de argamassa (1 cm ou mais) e causam falta de coesão e destacamento da camada pictórica.

A ação química dos fungos é no entanto mais danosa. A solubilização está sempre relacionada a uma diminuição do pH, devido a produção de ácidos (carbônico, nítrico, sulfúrico) e outros ácidos orgânicos (oxálico, glucônico, etc.). Os últimos podem formar relações de quelação com metais do substrato dissolvendo pedras calcária, minerais de silício, ferro, compostos de magnésio e de fósforo. Fungos também interferem nas propriedades estruturais de alguns polímeros.

CIANOACTÉRIAS são algas microscópicas que podem estar dentro ou na superfície da pedra. Algas contribuem para a deterioração das pedras porque retêm água e produzem ácidos e compostos quelantes.

LÍQUENS, junto com as cianobactérias, são importantes organismos pioneiros de colonização de rochas. Podem suportar grandes variações de umidade e recobrem argamassas em relativamente poucos anos.

As espécies *crustose* e *foliose* dos líquens penetram muitos milímetros no substrato. Podem ser epilíticos (superficiais) ou endolíticos (encontram-se dentro da rocha), quase sempre calcária. As forças de contração e expansão dos talos provocam destacamento e corrosão do substrato. Assim como com os outros microrganismos a ação química de geração de ácidos carbônico e oxálico é mais prejudicial do que a deterioração física. Em algumas pedras porosas a cobertura de líquens pode desenvolver uma certa proteção, reduzindo os efeitos da chuva, vento e poluição atmosférica.

PEQUENAS E MAIORES PLANTAS agem mecânica e quimicamente nas pedras e argamassas. As raízes fazem pressão e abrem fendas, além da produção de ácidos. A presença de plantas induz a variações micro climáticas: aumento de umidade relativa do ar, estagnação de água, redução de insolação, redução da ação dos ventos e poluentes atmosféricos. Os efeitos podem ser negativos (favorecendo o crescimento de algas e musgos) ou positivos (reduzindo erosão eólica, trocas de água e consequente migração de sais). Um plano de conservação deve levar em conta todos estes aspectos.

ANIMAIS, principalmente pássaros como pombos, causam sérios problemas à conservação. Os excrementos contêm ácidos (úrico, fosfórico, nítrico, etc.) que reagem com a pedra corroendo-a. O seu pouso também ocasiona danos físicos. A flora que se alimenta de compostos nítricos é favorecida em superfícies horizontais altas onde o depósito de excremento é grande. O mesmo acontece com a presença de morcegos.

OS MÉTODOS PARA EVITAR a biodeterioração deveriam agir nas condições climáticas, o que é complicado quando estamos lidando com obras a céu aberto. A umidade é o principal fator que favorece o crescimento de micro e outros organismos. A alta temperatura também é

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

uma colaboradora, assim como a pequena circulação de ar. Em ambientes controlados, se mantemos a umidade relativa do ar entre 50 - 65 % e a temperatura entre 18 - 20° C, teremos uma meio pouco propício para o desenvolvimento de microrganismos. Se um desses parâmetros for um pouco maior, não haverá problema desde que o outro seja estável.

MÉTODOS DE LIMPEZA evitam o desenvolvimento de organismos que utilizam substâncias orgânicas e inorgânicas como nutrientes, além de remover agentes difusores biológicos (esporos¹¹, ovos de insetos, etc.)

TRATAMENTOS protetores e consolidantes reduzem a porosidade e aumentam a repelência da água. Deve-se considerar que as substâncias usadas podem servir de nutrientes para alguns tipos de microrganismos e favorecer o ataque biológico ao invés de evitá-lo.

PARA AMBIENTES EXTERNOS, as superfícies pétreas são normalmente colonizadas nesta sequência: primeiro as bactérias, depois algas e líquens, seguido de musgos, que retêm água para colonização secundária de maiores plantas. A manutenção constante e controles periódicos são os principais e às vezes os únicos meios de evitar o ataque biológico.

A PRESENÇA DE PÁSSAROS em monumentos históricos têm sido controlada através de meios físicos, mas sem bons resultados.

É POSSÍVEL utilizar vegetação para resolver problemas de conservação, escolhendo espécies adequadas para:

- abaixar o nível do lençol freático usando plantas como 'bomba-biológica',
- modificar o micro clima minimizando evaporação ou irradiação com plantas que filtram a luz solar,
- reduzir a erosão eólica com árvores como anteparos,
- reduzir a salinidade do ar,
- reduzir poluição.

A ESCOLHA DAS ESPÉCIES deve ser feita considerando os riscos destrutivos das raízes e a colonização de microrganismos em estruturas murárias.

OS MÉTODOS DE CONTROLE do crescimento biológico é impropriamente agrupado com outras medidas de limpeza. Os métodos incluem esterilização da microflora, exterminação de larvas e insetos e erradicação de plantas.

A EFICÁCIA destes tratamentos depende dos métodos e produtos escolhidos, mas um novo crescimento é inevitável se as condições ambientais que favorecem o crescimento biológico não forem modificadas.

A ALTERAÇÃO biológica deve ser estudada, os agentes de biodeterioração são isolados e classificados para que o degrado seja quantificado. Somente quando estas operações foram executas pode-se

¹¹ corpúsculo reprodutivo de fungos e algumas bactérias.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

decidir se intervenções são necessárias ou se a melhor escolha é não tratar.

AS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS do objeto a ser tratado devem ser estudadas, para saber se seu estado de conservação vai tolerar um tratamento.

A APARÊNCIA do objeto depois do tratamento e os possíveis impactos do tratamento no ecossistema em equilíbrio devem ser avaliados. Os tratamentos podem favorecer a recolonização do substrato por espécies mais agressivas.

EM CADA CASO, o tratamento mais adequado deve ser escolhido considerando o tipo e o crescimento da densidade do agente de biodeterioração, a natureza do substrato e a condição e extensão da superfície a ser tratada. Em alguns casos (por exemplo, para plantas e insetos) é muito importante escolher o melhor período para o tratamento.

Normalmente deve-se avaliar a necessidade de tratamentos periódicos, tomando em conta a resistência das espécies, planejamento de manutenção rotineira e periódica para evitar nova colonização.

A DECISÃO sobre o uso de tratamentos preventivos deve avaliar o impacto ambiental e as características físico químicas do objeto.

O MÉTODO MECÂNICO mais comum é a remoção do organismo. Deve ser feito com cuidado para não ocasionar outras perdas. Tem a vantagem de não adicionar nenhum produto. Não é eficaz quando deixa raízes no substrato, sem o uso complementar de um biocida¹² adequado. Desta forma costuma ser eficaz. A remoção mecânica de líquens deve ser facilitada com a aplicação de substâncias alcalinas (por exemplo amônia a 5%), seguido do uso do biocida.

MÉTODOS FÍSICOS (radiações ultra violeta, raios gama, correntes de alta e baixa frequência, aquecimento e ultrassom) são experimentais.

MÉTODOS QUÍMICOS utilizam biocidas (ou pesticidas), preferentemente de grande espectro¹³, ou desinfetantes que destroem formas vegetais ou microrganismos em fase de crescimento. Estes últimos não são sempre eficazes contra esporos de bactérias.

ESCOLHENDO um produto químicos, deve-se ter em conta:

- grande eficiência contra os agentes de biodeterioração,
- baixa toxicidade para o operador,
- pequeno risco para o ambiente,
- não interferir com animais.

¹² qualquer produto químico capaz de matar um organismo vivo.

¹³ amplitude de especificidade.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Biocidas com grande espectro de ação e longa atividade parecem evitar novas colonizações de organismos favorecidos pela ausência de competidores.

A TOXIDADE pode ser aguda (provocada por uma exposição rápida e com efeitos imediatos) ou crônica (com uso de longa exposição e durante um grande período). Qualquer substância pode fazer mal se for administrada de forma errônea. A embalagem do produto traz o grau de toxicidade e cuidados da serem tomados durante a manipulação e para estocagem.

O PROBLEMA maior com estes produtos é a persistência no solo e na água. As espécies sobreviventes desenvolverão resistência ao pesticida. A rotatividade de produtos é recomendada. Quando não há informações quanto à reações químicas indesejáveis com o uso do produto (problemas de compatibilidade e efeitos colaterais), devem-se proceder testes em laboratório antes de utilizá-lo.

ALGUNS TRATAMENTOS TRADICIONAIS usados como pesticidas para conservação de pedras (cloreto de cálcio, soluções concentradas de amônia e sílico-fluoridos de zinco e manganês) dão origem a danos secundários, tais como a formação de duras camadas superficiais. Ainda, compostos de cobre, largamente utilizados como desinfetantes no tratamento de madeira ou vernizes causam manchas e corrosão em estruturas murárias.

Biocidas orgânicos interferem em métodos de datação utilizando-se a técnica do rádio carbono.

AS TÉCNICAS DE APLICAÇÃO podem ser através de aerosol, a pincel, com emplastos, injeções e fumigação. As concentrações para diluições estão entre 0,1 a 3 %, podendo chegar a 10% no caso de injeções.

As maneiras mais comuns são com aerosol e a pincel, dependendo da fragilidade e alcance necessário. Pode-se incluir desinfetantes nos compostos usados em compressas (ou emplastos). As injeções utilizam os próprios caminhos feitos pelo invasor e a fumigação é propícia para materiais orgânicos.

ALGUNS PRODUTOS serão mencionados a seguir, já foram utilizados e têm suas vantagens e desvantagens conhecidas. Não se trata de uma recomendação para uso sem antes proceder todos os testes e análises explicitadas neste capítulo.

- peróxido de hidrogênio (120 vol.): para eliminar algas e líquens, de pedras pode ser misturado com amônia. É comum acontecer um branqueamento da superfície, funciona a contato e não permanece por muito tempo.
- hipoclorito de sódio: concentrações variando entre 2 e 7 % do princípio ativo (clorina), remove algas e líquens de pedras e acontece um branqueamento da superfície. Não é possível conhecer todas as interações com as diferentes pedras.
- sais quaternários de amônia: são produtos utilizados com propósitos farmacêuticos, aplicados como bactericidas, algicidas e fungicidas.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Incompatíveis com detergentes, como sabão, mostram ação reduzida quando em presença de maiores quantidades de matéria orgânica, ou certos sais como nitratos. Cátions, presentes na água de cal (cálcio e magnésio) reduzem sua capacidade biocida. Nomes comerciais - Preventol R50, R80, R90 - fabricante Bayer, Desogen - fabricante Ciba Geigy, este último não atua contra bactérias.

- mistura: produto comercial de nome Vancide 51- fabricante Vanderbilt) é classificado como fungicida, algicida, atuando também contra líquens e musgos sobre pedras e argamassas.

- herbicidas: príncipio ativo - glifosato (composto orgânico de fósforo), nome comercial Roundup - fabricante Monsanto; príncipio ativo fluometuron, nome comercial Lito 3 - fabricante Ciba Geigy.

- antibióticos¹⁴: são ativos em pequenas doses, mas perdem efeito quando estocados por muito tempo, estreptomicina e penicilina foram utilizadas com sucesso no controle bactérias, actinomicetes e fungos em objetos de pedra e pinturas murais. Outros antibióticos como mesmo propósito: pimafucina e nistatina.

PATOLOGIAS DE DEGRADAÇÃO

A COMISSÃO NORMAL (*Normativa Manufatti Lapidei*¹⁵), que opera sob o patronato do CNR¹⁶ - *Opere d'Arte* de Milão e Roma e o *Istituto Centrale per il Restauro* (Roma) têm como objetivo o estabelecimento de métodos unificados para o estudo de alterações em materiais pétreos e para o controle da eficácia de tratamentos de conservação para obras de interesse artístico e histórico.

Ficou definido que o termo 'materiais pétreos' é usado para pedras em geral, estuques, argamassas e produtos cerâmicos usados na arquitetura.

O DOCUMENTO da NORMAL 1/88 define os seguintes termos para processos de deterioração de pedras:

Obs. a tradução para o português foi feita por esta autora, sendo que o primeiro termo a seguir da expressão em português é o termo oficial em inglês e o segundo é o termo em italiano.

¹⁴ substâncias produzidas por microrganismos durante o seu crescimento para inibir a competição com outras espécies.

¹⁵ normativa de manufaturas lapídeas

¹⁶ *Consiglio Nazionale delle Ricerche* - Conselho Nacional de Pesquisa

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ALTERAÇÃO (*alteration - alterazione*) a modificação do material que não necessariamente implica numa mudança negativa para as suas características do ponto de vista da conservação.

ALTERAÇÃO CROMÁTICA (*chromatic alteration - alterazione cromatica*) uma alteração que pode aparecer como: variação em lustre ou brilho, variação em cor (matiz) ou uma variação de intensidade (saturação).

CONCREÇÃO (*concretion - concrezione*) um depósito compacto de tamanho limitado, tendendo para uma forma isométrica, formas tipo estalactite e estalagmite podem ser encontradas.

CROSTA (*crust - crosta*) uma camada superficial do material que pode ser visivelmente distinguida das camadas subjacentes pela suas características morfológicas (normalmente também pela cor). Sua natureza química, mineralógica e suas características físicas são parcialmente ou completamente diferentes do material do qual pode ser separada.

DEFORMAÇÃO (*deformation - deformazione*) uma variação no perfil que concerne a totalidade da espessura do material e é encontrada especialmente em placas de pedra.

DEGRADAÇÃO OU DETERIORAÇÃO (*deterioration - degradazione*) uma modificação do material que sempre implica num declínio nas suas características sob o ponto de vista da conservação.

DEPÓSITO SUPERFICIAL (*surface deposit - deposito superficiale*) um acúmulo de material estranho de natureza diferente, tais como poeira, sujeira, excrementos, etc..

DESAGREGAÇÃO (*disgregation - disgregazione*) um estado avançado de incoerência caracterizado pelo destacamento de grãos ou cristais diante de um estímulo mecânico mínimo; envolve um declínio considerável na resistência mecânica original e um aumento notável da porosidade.

DESTACAMENTO (*detachment - distacco*) uma perda de continuidade entre as camadas superficiais do material com respeito ao seu substrato.

DETERIORAÇÃO COM ALVÉOLOS (*alveolar decay - alveolizzazione*) deterioração que pode aparecer em materiais muito porosos com formação de cavidades, normalmente profundas e inter conectadas, os muros que estão cobertos com pó de seu próprio material.

DETERIORAÇÃO DIFERENCIAL (*differential deterioration - degradazione differenziale*) deterioração que aparece de intensidade variada em diferentes partes do material, devido a variações de composição ou estrutura. Quase sempre acentua textura e características estruturais.

EFLORESCÊNCIA (*efflorescence - efflorescenza*) uma formação cristalina, geralmente não muito consistente, de sais solúveis na superfície do objeto. É produzida pelo fenômeno da migração de sais e a evaporação da água. A

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

cristalização salina pode ocorrer no interior do material, provocando destacamento das camadas mais superficiais: este fenômeno é chamado de sub-eflorescência.

EROSÃO (*erosion - erosione*) uma perda de material da superfície que pode ser ocasionado por processos de naturezas diferentes. Quando as causas da deterioração são conhecidas, diferentes termos podem ser usados: erosão devido a abrasão (causas mecânicas), erosão devido a corrosão (causas químicas ou biológicas), erosão devido ao uso (causas antrópicas).

ESCAMAÇÃO OU ESFOLIAÇÃO (*scalling - scagliatura*) uma deterioração que aparece como um destacamento total ou parcial de partes (escamas, lascas ou talas), quase sempre acompanhado de descontinuidade de planos na matéria original. As escamas são irregulares em forma e espessura e variam de tamanho. São geralmente compostas de material que aparentemente não se modificou.

FISSURAS OU RACHADURAS (*fissuring ou cracking - fessurazione ou fratturazione*) deterioração que aparece sob a forma de descontinuidade (rachaduras finas ou fissuras) no material, com ou sem deslocamento relativo de duas partes.

FORMAÇÃO DE BOLHAS (*blistering - rigonfiamento*) levantamento superficial e localizado do material, que aparece em várias formas e consistência.

FORMAÇÃO DE FUROS (*pitting - pitting*) uma corrosão puntiforme que aparece como a formação de numerosos pequenos buracos ou furos.

INCRUSTAÇÃO (*encrustation - incrostazione*) um depósito superficial normalmente compacto e aderente, composto de substâncias inorgânicas ou estruturas de natureza biológica.

LACUNA (*lacuna - lacuna*) a perda de partes da pintura mural, onde a argamassa subjacente ou o suporte é descoberto.

MANCHA (*stain - macchia*) uma alteração que aparece como uma pigmentação superficial acidental e localizada, é relacionada a presença de material estranho (por exemplo ferrugem, sais de cobre, substâncias orgânicas, vernizes, etc.).

PÁTINA (*patina - patina*) uma alteração superficial do material, devido a modificações naturais, não envolvendo aparente deterioração dos objetos e percebível como uma variação da cor original do material. No caso de alterações induzidas artificialmente, o termo pátina artificial é usado.

PRESENÇA DE VEGETAÇÃO (*presence of vegetation - presenza di vegetazione*) uma expressão usada quando líquens, musgos e/ou plantas estão presentes.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PULVERIZAÇÃO (*pulverization - polverizzazione*) uma deterioração que aparece através da queda, espontânea ou induzida do material em forma de pó.

PERDAS (*losses - mancanza*) a perda de partes. Este termo genérico é usado quando a forma de degradação não pode ser descrita com outros termos do glossário. No caso de argamassas pintadas o termo lacuna é usado.

LIMPEZA DE PEDRAS E MATERIAIS POROSOS

DESDE A ANTIGÜIDADE são praticados diferentes métodos para manutenção das obras de arte. Na Renascença era comum reconstruir partes que faltavam, seja de vestígios arqueológicos ou de esculturas. A junção das novas partes era feita com argamassas de bases resinosas (principalmente colofônia) e óleos, reforçadas com pó de pedra, carbonato de chumbo, ou com gesso.

ALÉM DOS COMPLEMENTOS, a aplicação de camadas repelentes de água (cera de abelha, resinas oleosas ou misturas) era comum até o século XIX. A limpeza superficial realizada para eventos especiais também removia depósitos e produtos em processo de alteração.

O INÍCIO DA INDUSTRIALIZAÇÃO desenvolveu produtos para a restauração de pedras, provavelmente porque a poluição atmosférica já era um fator de deterioração nos centros urbanos.

NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XIX a restauração de monumentos teve grande impulso e duas correntes antagônicas eram a de Violet-Le-Duc, que defendia a reconstrução dos monumentos, e os seguidores de Ruskin, que acreditavam na conservação até mesmo de fragmentos de ruínas. Conceitos modernos de restauração seriam definidos somente em 1931 com a Carta de Atenas.

MÉTODOS DE LIMPEZA eram comuns com aplicação de soluções ácidas ou básicas. Já no final do século XIX foi reconhecido o uso indevido de soluções agressivas (ácidas ou básicas) com a deterioração dos monumentos. No início do século XX basicamente recomendava-se somente água como agente de limpeza e mais estudos eram feitos sobre as propriedades físicas e químicas das rochas. Neste período foi introduzido o método de limpeza com jateamento de areia. Depois da segunda guerra mundial, a limpeza dos monumentos era parte integrante dos projetos de reconstrução das cidades. Paris é um exemplo, 66.000 edifícios dos 88.400 existentes no centro histórico, foram limpos com jateamento de areia.

OS TRATAMENTO PARA CONSOLIDAÇÃO eram baseados em derivados inorgânicos de sílica, além de inúmeras outras receitas que eram patenteadas. Silicatos alcalinos e fluorossilicatos eram propostos pela sua capacidade de endurecer e 'consolidar' a pedra. O progresso da indústria petro-química mostrava a crescente preocupação com a dramática deterioração dos monumentos como resultado da poluição atmosférica.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

O uso do cimento Portland como preenchimento de buracos e rejunte de pedras foi também um método utilizado, infelizmente até bem pouco tempo, com conseqüências desastrosas para os monumentos.

NO FINAL DOS ANOS 60 acontece em Bolonha, Itália, a primeira conferência sobre a deterioração de monumentos em pedra. Colaboradores de várias partes do mundo desenvolvem pesquisas científicas. É então estabelecido que tratamentos de conservação têm 6 categorias principais: limpeza, consolidação, proteção, junção de partes, rejunte e substituição.

ATÉ AGORA, OS RESULTADOS obtidos provam que o sucesso de uma restauração depende de uma exaustiva diagnose das causas de deterioração de cada tipo de pedra e um tratamento adequado baseado em limpezas sucessivas e possivelmente consolidação e proteção. Enquanto que a consolidação é necessária somente quando a pedra mostra sinais evidentes de deterioração, a limpeza e a proteção são quase sempre indispensáveis.

FREQUENTEMENTE restaurações são feitas sem que os produtos aplicados tenham sido suficientemente testados ou a limpeza é excessiva e não é acompanhada de tratamentos de proteção. Também não há produto que resolva todos os problemas e para sempre. Devemos enfatizar que a manutenção regular é indispensável para a conservação e apesar deste ser um princípio fácil de ser compreendido, a realidade mostra que é quase uma utopia.

A REMOÇÃO MECÂNICA DA CROSTA NEGRA é a forma mais simples de aproximação do problema. Deve-se prestar atenção nos instrumentos a serem operados e principalmente ter em conta de que o trabalho é lento. A superfície da rocha, especialmente a deteriorada, é muito frágil.

NORMALMENTE UTILIZA-SE BISTURIS, pincéis, espátulas de metal ou outros aparelhos que usam eletricidade, mas de pequenas dimensões e que são facilmente controláveis (ferramentas vibratórias com pontas abrasivas, pequenas furadeiras com diferentes tipos de acessórios como pincéis de *nylon*, etc.). Utiliza-se uma variedade de equipamentos de dentista, especialmente aqueles com sistema rotativo.

PARA SUPERFÍCIES PLANAS há bons resultados com utilização de pedra pome ou lixa abrasiva de numeração 400 a 600.

PARA ESTE MÉTODO, A QUALIDADE do resultado depende da habilidade e sensibilidade do operador.

O USO DE ÁGUA EM VAPOR é um método de limpeza que também é demorado, mas de controle mais fácil do que a nebulização¹⁷. Facilita a remoção da crosta mecanicamente. A nuvem da água em vapor atinge partes de difícil acesso, no caso de volumes rebuscados. Pode ser também

¹⁷ limpeza a base de água sem pressão, que escorre na superfície da pedra durante um período determinado.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

limitada a algumas áreas. O método é lento e não é recomendável para pedras muito porosas devido a grande retenção de água. Os efeitos são melhores quando se utiliza água deionizada¹⁸.

A LIMPEZA COM JATEAMENTO DE AR com micro abrasivos é feita normalmente com esferas de alumina de diâmetro de 40 microns. O equipamento tem uma ponta tipo um lápis e costuma entupir, se não utilizado com nitrogênio ou agentes de secagem do ar como cloreto de cálcio ou sílica gel. A pressão é ajustável. É um processo lento e caro. Obtém bons resultados quando as camadas a serem removidas são finas. É recomendado para esculturas pré-consolidadas e têm estado de conservação bastante prejudicado.

A LIMPEZA QUÍMICA têm preços mais razoáveis e é relativamente mais rápida. Um produto de uso bastante difundido é o EDTA. É comercializado sob a forma de um sal dissódico ou de um ácido (ácido diamina etileno tetracético). O Instituto Central de Restauro de Roma desenvolveu um método mais refinado com a adição ao EDTA sal dissódico (25g) dos seguintes componentes e proporções:

- o sal levemente alcalino bicarbonato de amônia 30g,
- água 1.000 cc,
- Desogen 10cc,
- carboxi-metil-celulose.

ESTA MISTURA TEM O NOME DE AB57 e seu pH é em torno de 7,5 (é importante que não passe de 8). A quantidade de EDTA da mistura pode aumentar até 125 g. Pode-se também aumentar a quantidade de amônia e trietanolamina, para que a mistura dissolva gorduras oxidadas ou óleos. Sempre que possível é recomendável evitar o uso de bicarbonato de sódio para não deixar resíduos salinos nos materiais.

É MUITO IMPORTANTE lavar a superfície e esfregar suavemente com uma esponja para retirar todos os restos. A pasta de limpeza deve ser colocada não diretamente na superfície, mas com a proteção um papel absorvente (umedecido a *spray* com água destilada), o que facilitará a remoção.

Este método é facilmente controlável, mas não é recomendável para materiais muito degradados, especialmente mármore ou pedras muito porosas, devido à dificuldade de remoção de resíduos.

TAMBÉM É APLICADO À PINTURA MURAL e na remoção de incrustações calcárias. Tem a vantagem de ser relativamente rápido e barato.

ARGILAS ESPECIAIS para limpeza são sepiolitas e atapulgitas (filossilicatos hidratados de magnésio). Absorvem grande quantidade de líquidos em relação ao seu peso, aumentando pouco de volume. O processo sucede a remoção prévia de gorduras da superfície, com solventes como acetona ou cloreto de metila. O tempo que a pasta (2 a 3 cm de espessura) fica em contato com a pedra varia de caso a caso. Se é necessário manter a

¹⁸ água sem íons, portanto pura.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

compressa por longo tempo, deve-se recobri-la com plástico para evitar a rápida evaporação. A remoção e rinsagem são como para o uso da compressa de AB57.

O NTPR¹⁹ desenvolveu este tipo de limpeza utilizando a argila bentonita com adição de EDTA, bicarbonato de sódio como agentes e com pH de 7,47.

EMPLASTROS PARA LIMPEZA BIOLÓGICA são utilizados para superfícies muito deterioradas que não podem receber sequer nebulização. As argilas mencionadas anteriormente são recomendadas, embebidas da seguinte mistura: 1000 cc de água + 50 g de uréia + 20 cc de glicerina. O emplastro deve ser coberto com plástico e se for deixado por 1 mês será capaz de eliminar uma grande parte de crostas simplesmente ao lavá-lo. A remoção do emplastro deve ser acompanhada da aplicação de um bactericida, que pode ser adicionado à água da lavagem.

A LIMPEZA A LASER²⁰ é um dos métodos mais promissores para remoção da crosta negra. A grande vantagem é de ser altamente seletivo e totalmente seguro. Identifica diferença de cores. Age somente fisicamente. O feixe de luz no modo normal (*Normal mode*) é absorvido pela crosta negra. Desta forma ela é rapidamente aquecida a temperaturas muito altas, para então se vaporizar ou se queimar. Quando o raio atinge o mármore, ou a pedra branca, ele é refletido, como se fosse uma luz branca normal, sem algum prejuízo à pedra, mesmo que repetido diversas vezes. Com fluxo de radioatividade entre $10^3 - 10^5 \text{ W/cm}^2$ com rápidos impulsos (micro ou mili segundos) não há aquecimento considerável da superfície. Tem a vantagem de poder atuar em superfícies previamente tratadas com consolidantes ou protetivos, mas seu custo ainda é muito alto.

A REMOÇÃO DE INCRUSTAÇÕES CALCÁRIAS é feita através de compressas de resinas ácidas ou básicas, chamadas de resinas de intercâmbio iônico. Quando a camada tem espessura maior de 1mm, deve-se primeiro desbastá-la mecanicamente e para então aplicar a compressa. Caso contrário a compressa deverá ficar agindo na superfície por 3 a 4 dias, recoberta de plástico para não haver evaporação. Este método ainda é caro, apesar de seu custo poder ser diluído com o passar do tempo porque as resinas são re-ativáveis.

MANCHAS DE FERRUGEM são comuns nas pedras porque durante muito tempo elas foram fixadas com ferro ou grampos de aço. Se a pedra tiver base silícica são utilizados ácidos fosfóricos, fluorídrico ou cítrico e sua remoção costuma ter bons resultados. Se a pedra é de base calcária é bastante difícil a remoção de manchas, principalmente aquelas que se encontram em profundidade. Para as manchas superficiais utiliza-se uma solução saturada de fosfato de amônia e o contato deve ser o mais breve possível. Bons resultados também foram obtidos com o composto de

¹⁹ Núcleo de Tecnologia da Preservação e Conservação da Universidade Federal da Bahia- Escola Politécnica de Salvador.

²⁰ *Light Amplification by Emission of Radiation* - emissão de radiação de luz amplificada.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

bifluorato de amônia. A eficácia deste tipo de limpeza é melhorada quando se aquece a solução. Para evitar a migração dos íons de ferro, as compressas devem ser maiores do que as manchas, e gradativamente ir diminuindo-as.

SAIS DE COBRE podem ser removidos da mesma maneira que a ferrugem, utilizando-se compressas de EDTA (solução de 10%) ou carbonato de amônia (solução de 20%).

MANCHAS DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS podem ter origem de antigos tratamentos ou pichações modernas. Os óleos secativos (óleo de linhaça, da noqueira e da castanheira) e gorduras animais oxidam-se mudando de cor e de índice de refração. Uma vez que penetraram na pedra a sua remoção deve ser feita com uso de compressas e solventes adequados. Para os óleos e gorduras soluções levemente alcalinas como butilamina ou trietanolamina, enquanto que para ceras a trielina ou solventes a base de cloro. Manchas betuminosas são normalmente dissolvidas com solventes aromáticos (nafta, aguarrás mineral, etc.), enquanto que pichações (resinas acrílicas) com solventes alifáticos (acetona, álcool, toluol, xilol, etc.). Quando a resina da pichação oxidou-se com os raios ultravioleta deve-se usar cloruro de metileno ou outros solventes suspensos em CMC.

A REMOÇÃO DE SAIS SOLÚVEIS é feita primeiro mecanicamente a pincel. Seguido da aplicação de compressas de água destilada. As compressas podem ser das argilas mencionadas anteriormente ou com CMC.

A VANTAGEM DO USO DAS ARGILAS e do CMC para compressas é que a sua capacidade de reter água faz com que a penetração na pedra da solução que está carregando seja mínima, ficando o contato restrito à superfície.

RESINAS PARA CONSERVAÇÃO

O HOMEM sempre necessitou de produtos para grudar partes de objetos, para consolidar estruturas quebradiças ou proteger superfícies frágeis. Até a década de 30, somente produtos naturais como damar²¹, cera de abelha, óleos secativos, goma arábica, cola de peixe, etc. eram usados com estas finalidades. Hoje há uma grande variedade de resinas sintéticas a disposição dos conservadores e que a dificuldade agora é escolher aquela mais apropriada para cada caso.

²¹ resina produzida a partir de plantas tropicais, principalmente oriundas da Índia.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A ESTRUTURA das resinas sintéticas pode ser comparada a cadeias, feitas com inúmeras ligações de unidades. Estas unidades são chamadas de monômeros, ou unidades estruturais. A reação para se fazer um polímero a partir de monômeros é chamada de polimerização. Suas propriedades químicas e físicas são determinadas pela natureza do monômero. Incorporando dois monômeros numa cadeia de polímeros é possível obter características resinas com propriedades de ambos na mesma resina. Desta forma são criadas resinas que jamais seriam possíveis se fossem feitas apenas a partir de um monômero. Um exemplo bastante conhecido é o Paralóide B72, um copolímero de acrilato de metil e metacrilato de etil.

UMA CONSEQUÊNCIA da estrutura em cadeia é que o estado sólido das resinas não forma uma estrutura cristalina. As longas cadeias estão misturadas como um nó. Esta formação em nó explica porque leva um certo tempo para que elas sejam dissolvidas nos solventes. As pequenas moléculas dos solventes têm que penetrar nestes nós, cadeia por cadeia. No caso de resinas com ligações cruzadas, tais como poliéster e epóxi, as cadeias estão ligadas quimicamente. Neste caso, as moléculas dos solventes irão penetrar entre as cadeias, farão a resina aumentar de volume, mas são incapazes de separar uma cadeia da outra. Não há solventes para resinas com este tipo de ligação, chamada, ligação cruzada. Para que isto aconteça, ligações químicas serão quebradas e isto implica na destruição da resina.

OUTRA PROPRIEDADE que faz das resinas diferentes de outros compostos é o seu peso molecular, que é muito grande comparado a outros produtos orgânicos. Suas cadeias podem ser mais longas ou mais curtas. A consequência disto é que não possuem um ponto de fusão definido, mas um índice de fusão, cuja variação está entre 10 a 20° C. As cadeias mais curtas derretem mais rapidamente, agindo como solventes e criando uma superfície pegajosa, enquanto que as grandes se mantêm sólidas. Como resfriamento, o sistema se solidifica e não é mais pegajoso. É uma forma de selador a base de calor.

A TERCEIRA PROPRIEDADE importante é a existência de uma temperatura de transição vítrea²² (Tg). Na fase sólida cada resina tem sua aparência vítrea, onde é quebradiça e dura, e uma fase como borracha, na qual é mais macia e elástica. A temperatura de transformação entre uma fase e outra é chamada de Tg. De acordo com a resina, esta transformação pode-se dar desde -50° a 70° C. No entanto, para algumas aplicações como para vernizes e adesivos, é importante saber em que fase a resina está na temperatura ambiente, e isto não é indetectável a primeira vista. Uma maneira fácil de saber é macerar a resina num pó fino e deixar por algumas semanas. Se os grãos grudam-se, ela está acima de sua Tg, caso contrário, ela está no seu estado vítreo.

A compreensão destas 3 propriedades básicas é importante para se fazer a escolha da resina adequada para a aplicação desejada.

²² tradução do inglês de *glass transition temperature (Tg)* .

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A CONSOLIDAÇÃO de objetos quebradiços com resinas é baseada na formação de uma rede que suporta e mantém juntas as partes soltas. A introdução de resinas sintéticas como novo material de suporte pode ser conseguida através de polímeros, pré-polímeros ou monômeros.

A MANEIRA MAIS FÁCIL de se introduzir uma resina num material poroso é dissolvendo a resina num solvente apropriado e aplicar a solução no objeto. Apesar desta facilidade há riscos de alteração cromática e de brilho indesejáveis. As menores moléculas irão penetrar no substrato mais rapidamente do que as longas e durante a evaporação do solvente o mesmo efeito causará da resina para a superfície. O resultado em muitas vezes é a consolidação da superfície, que corre o perigo de se soltar se o objeto encontra-se num ambiente hostil. A natureza do solvente, o tipo de impregnação o estado de degradação e a morfologia dos capilares são parâmetros importantes para o sucesso ou fracasso da operação.

MELHORES RESULTADOS são obtidos quando a impregnação do objeto é feita com monômeros e a polimerização acontece quando estes estão no seu local final. O início da polimerização depende da natureza do monômero: acrílicos podem ser polimerizados com raios X ou através da adição de iniciadores, silanos e produtos a ele relacionados, reagem com presença de água. Como a maioria dos monômeros são bons solventes, esta consolidação é indicada para superfícies não pintadas. Se a superfície tem policromia, devem ser feitos testes para averiguar a sua resistência em presença dos monômeros.

ADESIVOS EXISTEM NO MERCADO com uma grande variedade, mas os problemas de conservação limitam a escolha em apenas alguns deles.

AS RESINAS EPÓXI foram rejeitadas durante um bom período por sua irreversibilidade e amarelamento. Hoje já existem algumas disponíveis para uso com segurança em conservação.

VAZIOS existentes entre superfícies não porosas podem ser preenchidos com epóxi viscoso ou epóxi com carga.

MATERIAIS POROSOS podem ser impregnados, antes de serem colados, com uma resina líquida. Para composições complicadas, o endurecimento rápido pode ser usado e colado com materiais epóxi que não amarelam. Seções coladas de materiais não porosos podem ser removidas com o solvente dimetil formamida ou através do aquecimento do objeto a 80 - 90° C. Quando utilizamos resinas epóxi deve-se ter cuidado com a proporção de resina/iniciante. Mesmo pequenas variações vão alterar o resultado final.

PARA O REPARO DE OBJETO EM PEDRA, resinas poliéster são mais usadas e estão disponíveis em pastas e líquidos com uma gama variada de viscosidade.

ANTES DE SE UTILIZAR O POLIÉSTER, deve-se fazer um teste para se controlar a reatividade da resina. A reação de polimerização ocasiona um

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

aumento de temperatura, que acelera a reação. As quantidades a serem preparadas devem ser suficientes para se trabalhar no máximo 10 minutos.

DURANTE a polimerização o poliéster é sensível à água, portanto alta umidade relativa do ar deve ser evitada.

SOLUÇÕES ORGÂNICAS DE PVA (acetato de polivinil) podem ser usadas em casos restritos. Para se obter uma solução concentrada, o PVA utilizados deve ter pequeno peso molecular. Em temperatura ambiente este PVA está acima de sua Tg, o que conduz a um perigo real de que depois de algum tempo a cola vai ceder com o peso do objeto. Uma boa maneira de se obter uma resina sem este risco e com alto peso molecular é preparar uma dispersão em água. A viscosidade então não é mais determinada pelo tamanho da cadeia molecular, mas pela quantidade e tamanho das 'esferas' de polímeros. O maior problema com este tipo de adesivo é que eles são bons demais. Deve-se ter o cuidado de ser utilizar um adesivo que não seja muito mais forte do que o material original, de maneira a evitar novos danos provocados por tensões que podem ocorrer no objeto.

Estudos mostram que existe uma boa variedade de colas brancas comercializadas, mas nem todas têm as mesmas propriedades.

VERNIZES para uma superfície pintada têm dois objetivos: proteger contra abrasões leves e saturar ligeiramente as cores. A estabilidade química pode ser facilmente testada e calculada, mas o julgamento das propriedades óticas depende da natureza do objeto.

Mencionaremos 5 vernizes de uso corrente em restauração e suas mais importantes características:

	propriedades óticas	estabilidade química	solvente
Ketone N	++	-	<i>white spirit</i>
Paraloide B72	+	++	toluol, xilol, acetona
Paraloide B64	+	+	<i>white spirit</i>
Mowilith 50	+ -	++	toluol
KetoneN + B72	++	+	<i>white spirit</i> / toluol

Ketone N normalmente dá bons resultados óticos sobre antigas pinturas a óleo, mas amarela um pouco com o envelhecimento e sua solubilidade também decresce. Embora a camada possa ser removida através de sua pulverização, alguns testes mostraram que a solubilidade pode melhorar se é recoberto por uma camada de Paraloide B72. Como as propriedades óticas dos dois componentes é determinada pela camada inferior, o B72 não tem influência.

QUANDO O RESTAURADOR ESTÁ SATISFEITO com a aparência de uma resina acrílica e a pintura não é sensível ao solvente, o Paraloide B72 deve ser o verniz preferido. A estabilidade desta resina já foi comprovada e re-comprovada. Acrílicos como iso- ou iso-metacrilato de butil têm a vantagem

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

de serem solúveis em *white spirit*, mas a sua estabilidade é bem menor do que o B72.

UM PONTO MUITO IMPORTANTE quando se escolhe uma resina para conservação é saber se ela já foi suficientemente testada. A pesquisa literária em aplicações semelhantes pode ser bastante útil, mas isto não garante de que os resultados serão excelentes a longo prazo. Informações sobre aplicações errôneas não são frequentes.

RESINAS TERMOPLÁSTICAS serão descritas com suas principais propriedades:

POLIETILENO (PE)

- muito permeável a gases, também ao vapor de água,
- degrada-se em presença de luz e calor,
- uso: folhas transparentes, sacolas plásticas.

POLIPROPILENO

- isotático, ponto de fragilidade 170° C,
- pode substituir PE, é menos quebradiço, mesmo sob tensão,
- tem orientação bi-axial: usado para materiais de embalagem.

POLIVINILCLORIDO (PVC)

- muito duro e quebradiço ($T_g = 80^\circ \text{C}$)
- possui plastificantes até em 30% ou pela co-polimerização de acetato de vinil,
- degrada-se rapidamente, produzindo HCl,
- produtos comerciais são normalmente estabilizados, mas não têm boa qualidade,

POLIESTIRENO (PS)

- duro, transparente e quebradiço,
- principais usos: estruturas para instalações elétricas, espumas, etc.,
- envelhece com a presença de luz.

POLIVINILACETATO (PVC)

- disponível em soluções (colas de contato), em dispersões (colas brancas) ou em pedaços. Grande variedade de peso molecular,
- solubilidade: álcool, hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos,
- envelhecimento: excelente, não faz ligações cruzadas, mas quebra de cadeias moleculares,
- pode desprender ácido acético,
- colas brancas: grande peso molecular, atenção a solubilidade após a secagem, ao pH, aos aditivos e à viscosidade.

POLIVINILÁLCOOL (PVOH)

- sintetizado pela hidrólise do PVA,
- a hidrólise pode ser completa ou parcial, a maioria dos polivinilalcoóis podem ser considerados copolímeros de PVA e PVOH,
- a solubilidade é influenciada pela relação quantitativa de PVA/PVOH e pelo peso molecular,

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- um dos raros sintéticos solúveis em água, muito higroscópico,
- embora resinas puras sejam estáveis, deve-se observar possíveis reações com o substrato (papel, pinturas murais contendo sais, etc.),
- uso: adesivos, adensador de soluções ou dispersões aquosas.

POLIVINILACETÁLICO (PVAc) E POLIVINILBUTÍRICO (PVB)

- feitos através da reação do PVOH com acetaldeído (PVAc) ou butilaldeído (PVB),
- uso principal: adesivo para laminados vítreos (PVB) e adesivo para fitas (PVAc),
- estáveis somente quando não entram em contato com o ar.

ACRÍLICOS (ATENÇÃO: FAMÍLIA DAS RESINAS)

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOR}$

- onde R = Metal, Etil, n-Butil, i-Butil,
- monômeros: éster de ácidos acrílicos e de ácido metacrílico,
- copolímeros: propriedades dos dois homopolímeros podem ser encontradas em somente um polímero,
- solubilidade: depende da composição e envelhecimento
- envelhecimento: ligações cruzadas (depende do tipo), quase nunca amarela.

POLÍMEROS PUROS têm algumas vezes características indesejáveis. É possível modificá-los mediante adição de produtos especiais, através da copolimerização, de reações químicas ou por tratamentos físicos. Podem ser:

ADITIVOS

- agentes plastificantes: diminuem o Tg e aumentam a dureza, a resistência ao choque e ao desgaste;
- agregados: aumentam a resistência a rachaduras e a abrasão. Diminuem o custo. Podem ser: carbono preto, fibra de vidro, caolin, carbonato de cálcio e sílica;
- estabilizantes: diminuem a sensibilidade a fatores de degradação, anti-oxidantes, absorventes de UV;
- agentes anti-estáticos: evitam a atração eletrostática da poeira (em plexiglass e policarbonato)
- fungicidas: proteção contra microrganismos. Resinas de celulose, PVA e dispersões acrílicas;
- retardantes de combustão: limitam a capacidade de combustão ou o faz auto extinguir;
- lubrificantes: evitam a aderência de outras superfícies (moldes);
- colorantes: podem ser adicionados à resina ou ligados quimicamente.

Alguns polímeros necessitam de cura e são chamados de:

POLÍMEROS DE CURA

EPÓXI

- possuem dois componentes: a resina e o endurecedor,
- são pouco sensíveis a água durante a polimerização, podem ser usados em condições úmidas,

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- a maioria dos epóxis amarela com a luz e com altas temperaturas, embora existam tipos que não amarelam (alifáticos²³),
- tempo de reação influenciado pela temperatura e qualidade,
- para cada qualidade a proporção de resina/endurecedor é determinante, para se obter epóxis com diferentes viscosidades, muda-se a qualidade,
- não são reversíveis, mas podem ser amolecidos com dimetil formamida.

POLIÉSTER

- endurecem com adição de um iniciador (1 - 5%),
- resina: solução do prepolímero insaturado de poliéster em estireno,
- iniciadores: MEK (endurece a temperatura ambiente), BPO (endurece em elevadas temperaturas),
- o tempo de polimerização é influenciado pela temperatura, quantidade de iniciador, quantidade total de mistura a ser preparada,
- muito sensível a umidade durante a polimerização, pode ser usado somente em condições secas,
- pode ser diluído em estireno (até 50%)
- pode-se adicionar cargas para se obter resinas mais opacas, mais pesadas ou leves (caolin, gesso, pó de mármore, fibra de vidro),
- depois de curados são insolúveis, podem ser amolecidos com dimetil formamida e fragilizados de levados a altas temperaturas.

POLIURETANOS (PU)

- formado pela adição de álcool com isocianato,
- também, sistemas com somente um componente que reage com a umidade do ar,
- vernizes e adesivos amarelam muito facilmente com a luz,
- espumas: podem ser rígidas ou flexíveis, normalmente não são estáveis com presença de luz, fáceis de se manusear, atenção a expansões secundárias.

SILICONES

- dependendo do peso molecular, a resina tem a aparência de óleo (baixo peso molecular), de gordura (peso molecular médio), de vidro ou borracha (alto peso molecular),
- são muito estáveis,
- aplicações: repelentes de água para pedras, consolidantes de pedras e moldes de borracha.

RESINAS DE SILICONE são usadas no mercado como repelentes de água desde a década de 1950. As cadeias moleculares são do elemento silício, diferentemente das que vimos anteriormente que são formadas pelo carbono.

A CATALIZAÇÃO do monômero se dá em presença de água (dentre outras substâncias) e até em presença de alta umidade relativa do ar. É útil como consolidante para estruturas com presença de umidade.

²³ tem composição molecular não cíclica.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

O SILICATO DE ETIL é um silano muito reativo e pode crescer em 4 direções. Utilizado na consolidação de materiais porosos porque penetra nos capilares reforçando a estrutura interna e não cria um filme superficial. A consolidação final dá-se normalmente após 1 mês. Há possibilidade de se fazer extração de sais depois de aplicado o produto porque ele não preenche todos os poros e capilares. Permite a passagem de vapor de água, mas não a penetração de água em estado líquido.

PROPRIEDADE IMPORTANTES para materiais de proteção da pedra:

- pequena permeabilidade à água líquida (repelência à água),
- alta permeabilidade ao vapor de água,
- alta estabilidade química frente a: oxigênio, poluentes atmosféricos e raios ultravioleta,
- reversibilidade: a possibilidade de se remover a camada protetiva da superfície pétrea,
- compatibilidade: nem sempre a reversibilidade é possível, por isso a possibilidade de receber novos tratamentos é uma característica importante,
- no caso de consolidante, boa capacidade de penetração.

ALGUNS PRODUTOS:

nome comercial	indústria fabricante	natureza química
Paraloide B72	Röhm&Hass	copolímero etilacrilato-metacrilato
B72/Dri Film 104	idem/ General Elect.	idem + poli-alquil- alcossilano
Tegosivin HL 100	Goldschmidt	alquil-alcoxi silano
Rhodorsil 224	Rhône Poulenc	metil-metoxipolissiloxano
Baysilone LO	Bayer	alcoxi-silano
Wacker 280	Wacker Chemic	alquil-alcoxi-silano (pre- polímero)
Akeogard PF	Syremont	perfluoropoliéster
Akeogard BA	Syremont	perfluoropoliéster (funcionalizado)
Akeogard CO	Syremont	esafluoropropeno-fluoro de vinilideno (copolímero)

OS POLÍMEROS FLUORINADOS (cadeias de carbono com flúor) possuem boa estabilidade devido à:

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- a energia necessária para desassociação de ligações moleculares é maior do que os não fluorinados,
- os átomos de flúor inibem ataques químicos,
- a foto-oxidação é dificultada,
- boa capacidade de repelência a água, a óleos e a maioria dos solventes orgânicos.

A CIÊNCIA NA CONSERVAÇÃO

O INTERESSE DE CIENTISTAS em conservação começou com a indústria química moderna, no início do século XIX. Frequentemente os resultados destes primeiros experimentos não foram bons. Hoje vemos que a prática da conservação tem que afrontar danos produzidos por processos físicos, mecânicos, biológicos e químicos. Estes primeiros episódios podem ser tomados como um exemplo simbólico de como cientistas acadêmicos usaram diretamente técnicas modernas no lugar da precisão e paciência dos artesãos.

NESTES CASOS os problemas não eram do processo, mas de fatos estranhos àqueles químicos, que muito dependem da habilidade do operador. Por exemplo: os danos causados pela cristalização de subprodutos da reação química (soda cáustica transformada em carbonato de sódio), ou a criação de crostas consolidadas na superfície de um substrato incoerente. Ambos processos poderiam ter sido evitados através de uma técnica de aplicação acurada (impregnação profunda, rinsagem e extração de materiais solúveis depois do tratamento), mas quando um processo complicado é usado em canteiro, não é certo que esta execução terá sempre uma eficácia excelente, a não ser que todos os operadores sejam especificamente treinados.

CERTAMENTE OS CIENTISTAS não podem ser responsabilizados por aplicações inadequadas. A maioria dos operadores hoje têm diferentes formações, diferentes níveis de treinamento e falta de conhecimento científico. Os produtos modernos utilizados são resultado da pesquisa de outros campos, que não o da conservação. O conservador deve conhecer exatamente suas necessidades para escolher produtos que sejam compatíveis. Isto pressupõe diversos estudos prévios, o que nem sempre é feito.

A SITUAÇÃO PRESENTE da conservação do patrimônio cultural, especialmente daqueles que estão diretamente expostos ao meio ambiente, é delicada. Os objetos que foram removidos para museus escaparam da deterioração, mas a tecnologia moderna deveria ser capaz de preservá-los no seu contexto original. É também vigente um conceito errôneo de que as principais causas de deterioração são decorrentes de um 'ambiente poluído', mas 'ambientes naturais' são suficientemente agressivos, haja visto o estado decadente de diversas ruínas. O fator essencial da deterioração do patrimônio é a nossa incapacidade de organizar e instalar sistemas de

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

administração e manutenção, sustentado por equipes treinadas e com parâmetros técnicos estabelecidos.

A PECULIARIDADE das técnicas de conservação é que lidam com objetos com vários níveis de significado. Um trabalho artístico tem diversos valores: aquele intencional do artista, a emoção do espectador, a informação histórica ligada ao fazer, a informação sobre a tecnologia utilizada, as modificações ocasionadas pelo tempo que permitem sua datação e muitas outras. De fato, é impossível que uma restauração possa satisfazer igualmente todos os requisitos que são impostos. Será sempre uma decisão que favorece alguns pontos de vista. Por isso deve ser analisada por um conjunto de profissionais.

UM DOS PRINCÍPIOS da conservação é o da reversibilidade. Deve ser possível remover o que foi feito sem danos excessivos ao objeto ou sem custos exorbitantes. Porém, isto nem sempre é viável. A situação mais característica desta dificuldade é a de reforços estruturais, que quase nunca são reversíveis.

UM SEGUNDO PRINCÍPIO é o da mínima intervenção. Toda intervenção deve procurar resolver problemas que ameaçam imediatamente a obra, sem que com isto se falsifiquem informações. Ainda dentro desta ótica, deve-se conhecer o objeto de forma a identificar os problemas futuros. Inspeções periódicas identificam o início de qualquer perigo, para que as providências sejam tomadas antes de seu desenvolvimento.

OUTRO PRINCÍPIO é de que os materiais usados devem ser compatíveis em suas propriedades físicas, mecânicas e químicas, com aqueles antigos que têm contato. Os materiais mais fracos normalmente se deterioram primeiro, portanto estes não devem ser os materiais originais e sim aqueles que introduzimos. O objetivo é alcançar um equilíbrio na estrutura restaurada onde novos e antigos elementos não contrastem frente ao estresse ambiental. O princípio da compatibilidade é muito importante quando o da reversibilidade não é possível.

O PROGRESSO TECNOLÓGICO dos últimos 50 anos transformou profundamente a prática da conservação. Por exemplo, o uso de solventes, vernizes e adesivos com bons resultados estéticos e facilidade de manuseio. A durabilidade destes novos produtos é testada através de processos artificiais de envelhecimento. Mas a introdução de diferentes componentes (agentes para emulsão, estabilizadores, biocidas, etc.) favorece a oxidação do composto. Como nenhum material só tem características boas, é preciso estar atento àquelas negativas. Não se trata portanto de renunciar o uso de qualquer produto, porque não há tempo ou experiência suficiente que comprove a sua estabilidade, mas de identificar as prioridades da conservação para que a escolha da solução seja a mais adequada. Devemos sempre reavaliar os métodos antigos e os modernos.

A CONSERVAÇÃO começou com a restauração de objetos de arte (considerada uma forma artística). Era comum guardar as técnicas utilizadas como segredo. Hoje a conservação é uma produção relativamente

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

rápida e de consumo. Mas a forma como os trabalhos são conduzidos, sob a liderança de um esperto e operadores despreparados, não difere muito dos padrões antigos. O ritmo de hoje não facilita o treinamento, a paciência, a sensibilidade do olhar e a delicadeza das mãos, inerentes ao trabalho e à formação do profissional de conservação.

HOJE HÁ UMA PREOCUPAÇÃO PÚBLICA sobre a possibilidade de perda do patrimônio cultural e assim o risco de um grande número de objetos sejam tratados por profissionais despreparados. O uso de tecnologia contemporânea por si só não garante a qualidade do trabalho. Como já foi mencionado em outras oportunidades neste livro, estudos prévios, conhecimento específico do objeto, testes preliminares, documentação do processo e análise crítica das intervenções são condições imprescindíveis para o sucesso de um trabalho de conservação.

BIBLIOGRAFIA (CONSERVAÇÃO E RESTAURO DE PEDRA)

ASHURST, J. *Mortars, Plaster and Renders in Conservation*. Ed. EASA (Ecclesiastical Architect's and Surveyors Association), Inglaterra 1979, 54p.

ARNOLD, A. *Salt Weathering*. Lecture notes - ICCROM / UNESCO Stone Conservation Course, Veneza 1997, 22p.

CANEVA, G., NUGARI, M. P., SALVADORI, O. *Biology in Conservation of Works of Art*, ICCROM 1991, 182P.

DE WITTE, E. *Synthetic polymers*. Lecture Notes - ICCROM / UNESCO Stone Conservation Course, Veneza, 1997, 18p.

_____. *Resins in Conservation: introduction to their properties and applications*. Resins in Conservation. proceedings of the Symposium, Edinburgo 1982, 6p.

LAZZARINI, L. E TABASSO, M. *The restoration of stone: cleaning*. Advanced Workshop - Analytical Methodologies for the Investigation of Damaged Stones, Pávia 1990, 34p.

_____. *Genesis and Classification of Rocks*. The deterioration and conservation of stone. Notes from the international Venetian Courses on Stone Restoration, UNESCO, studies and documents on the Cultural Heritage, Veneza 1997, 43p.

MENDONÇA, M., SANTIAGO, C. C. E LEAL, J. L. *Rudimentos para Oficiais de Conservação e Restauração*, Ed. Abracor 1996, 116p.

_____. *Tecnologia da Conservação e Restauração - materiais e estruturas*, Ed. Ed. UFBA 2002, 213 p.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

SYMES, R. F. E AL. *Rock and Minerals*. Ed. Dorling Kindersley Limited,
Londres 1989, 64p.

TABASSO, M. E AL. Seminar Evaluation of Stone Treatment - ICCROM /
UNESCO - Stone Conservation Course, Veneza 1997, 18p.

_____, *Conservation treatment of stone*. The deterioration and
conservation of stone, studies and documents on the cultural
heritage, vol. 16, Ed. UNESCO 1987 p. 271-289.

TORRACA, G. *Porous Building Materials*. ICCROM1988, 149P.

_____. *The Application of Science and Technology to Conservation
Practice*. do Science Technology and European Heritage, Ed.
Butterworths - Heinemann, Oxford p. 221-232.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PARTE 2 – PINTURA MURAL

HISTÓRIA DAS TÉCNICAS DE PINTURA MURAL

A PINTURA é uma forma de expressão humana utilizada desde a pré-história. Os materiais e métodos de aplicação variam com o tempo, tendo sido a rocha o primeiro suporte, depois a madeira, depois a tela, sem esquecer do corpo e de utensílios. Atualmente a arte contemporânea comporta uma infinidade de materiais. O conhecimento das técnicas é imprescindível para a conservação e o restauro, além de fornecer dados para o historiador de arte em sua classificação e determinação de escolas e datas.

NO PERÍODO PRÉ-HISTÓRICO ATÉ O NEOLÍTICO (cujo início deu-se em torno de 6.000 a.C. - antes de Cristo) as tintas eram aplicadas diretamente na rocha, ou seja, sem uma superfície preparada como base. Na Europa, a gruta francesa de Lascaux e a gruta espanhola de Altamira são exemplos do período paleolítico (30.000 a 9.000 a.C.- antes de Cristo) considerados obras primas pelas qualidades estéticas de suas representações realistas de animais.

NO BRASIL as pinturas rupestres (*rupe-is* rocha em grego) têm características diferentes, não sendo realistas. Datações absolutas e relativas que remontam à 30.000 AP (antes do presente)²⁴. Variam de acordo com regiões e períodos. As imagens encontradas são grafismos e representações esquemáticas antropomórficas, zoomórficas e fitomórficas. Há poucos registros de pintura rupestre do período histórico (depois do descobrimento). Na Austrália, aborígenes ainda realizam pinturas rupestres, o que é um dado valioso para o seu estudo por parte de arqueólogos e antropólogos.

A PINTURA RUPESTRE é encontrada em quase todos os continentes. Análises de pigmentos mostram que a utilização de alguns minerais é uma constante, sendo estes os mais comuns: óxidos de ferro para tons vermelhos, ocres, marrons e amarelos; manganês e carvão para o preto, carbonato de cálcio e alguns tipos de argila para o branco.

DE ACORDO COM H. OBBERMAYER²⁵, cuja opinião é freqüentemente citada para este assunto, os pigmentos seriam misturados com gordura, sangue, urina, ovo ou leite como aglutinante. Pincéis primitivos seriam penas e galhos partidos na extremidade. Também são reconhecidos efeitos de pigmentos soprados na superfície da rocha, provavelmente através de um tubo.

²⁴ Beltrão, M. C. de M. C., 'Ensaio de arqueologia: uma abordagem transdisciplinar', tese de doutorado, UFRJ (1998), pp. 124-125

²⁵ Obermayer, H., 'Probleme der paläolithischen Malerie Ostspaniens', Quartier, 1 (1938) pp. 11-119.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PARA CONSERVAÇÃO há grandes diferenças das pinturas feitas em grutas para aquelas feitas em locais abertos ou nas entradas das grutas. Os microclimas são mais determinantes em ambientes fechados. No Brasil, as pinturas rupestres são em sua maioria encontradas em ambientes expostos às intempéries ou próximo às entradas das tocas (nome usado popularmente para grutas) e com presença de iluminação natural. Em ambos os casos é a exsudação da rocha (migração de sais internos para a superfície) que proporciona a durabilidade. Este processo pode também cobrir totalmente a pintura tornando-a invisível. Esta camada protetora é chamada de pátina natural.

A MAIORIA DAS INFORMAÇÕES sobre as técnicas antigas descritas a seguir foram obtidas a partir do livro 'Conservation of wall paintings' de Paolo Mora, Laura Mora e Paul Philippot. São restauradores que trabalharam há muitos anos na Itália e que tive o prazer de ter como professores no curso de conservação de pintura mural, no ICCROM (International Council for Conservation and Restoration of Monuments) em Roma, 1994.

NO PERÍODO NEOLÍTICO as pinturas começam a ser associadas à arquitetura, sendo as superfícies irregulares das rochas aplainadas com argamassas de argila, o que caracteriza o início de uma nova era. A prática de misturar palha à argila para o recobrimento de muros caracteriza a pintura do antigo Egito e da Mesopotâmia. Com desenvolvimento do Egito, esta argamassa (já composta de areia, argila e pequena quantidade de carbonato de cálcio) era recoberta por uma fina camada de gesso. A técnica era têmpera e os pigmentos aplicados eram ocre, preto de carvão, carbonato de cálcio para o branco e para azul e verde um calcinado de cobre²⁶. Na Mesopotâmia existem os primeiros muros recobertos com argamassa a base de cal. Segundo Wolley e Baker²⁷ os desenhos preparatórios eram feitos com finas incisões e a pintura com técnica afresco e retoques a seco. As culturas pré-colombianas e da Ásia antiga mantêm a técnica neolítica²⁸.

A TÉCNICA INDIANA mais comum era feita com duas ou mais camadas de argamassas. A mais interna era composta por mistura de terras, areia, pó de tijolos ou conchas e cal. Sua função era de nivelar a superfície. A camada externa era mais fina e recebia uma pintura composta de argila (caolín), gesso ou cal, ou sucessivas camadas desses materiais. Registros escritos mencionam o uso de resinas, ceras e outros adesivos, dentre outros materiais. Textos mais recentes especificam a importância do polimento da superfície que recebe a pintura. A técnica mais comum era a têmpera, mas há alguns exemplos de pintura afresco (base de cal) na tradição Rajasthan, que pode ter sido utilizado no século XVII, com qualidade de lustre superiores à técnica pompeiana. Os pigmentos analisados em laboratórios foram: para o vermelho - vermelhão, vermelho

²⁶ Mora, P, Mora L., Philippot, P., 'Conservation of wall paintings', Butterworths, Iccrom (1984) pp. 73

²⁷ Wooley, L., Alakekh, Oxford (1955) pp.228-231

²⁸ As técnicas de pintura serão objeto de estudo nos próximos capítulos.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ocre, sulfeto de mercúrio (cinábrio), minio (zarcão); para o amarelo - amarelo ocre; para o azul - lapis lazuli e índigo; para o verde - verde terra, malaquita; para o branco - cal, gesso crê e caolin; para o preto - fuligem e carvão; e para o ouro - ouro metálico.

O BUDISMO disseminado pelo norte da Índia e Afeganistão para a Ásia central, China e Japão, levou para estas regiões os templos escavados nas rochas, as pinturas murais e a técnica tradicional das primeiras pinturas budistas indianas, executadas em têmpera e com argamassas a base de argila.

AS PIRÂMIDES E OS TEMPLOS PRÉ-COLOMBIANOS eram recobertos com argamassa vermelha e com pinturas decorativas internas. Um tipo de afresco é encontrado no México, semelhante ao afresco romano, onde as propriedades de lustre da argila são exploradas. As pinturas da costa peruana pertencem ao tipo neolítico, de base argilosa e pintura a seco. Esta técnica é ainda utilizada pelos índios Hopi da América do Norte, que a repetem para cada cerimonial anual, explicando assim a superposição de camadas encontradas.

EM CRETA E MICENAS as pinturas murais aparentam ser técnica e esteticamente intermediárias entre as egípcias, as mesopotâmicas e as gregas. A pintura a seco com base de cal e o afresco puro podem ter se desenvolvido sem que tenha sido eliminada a técnica da têmpera.

NA GRÉCIA, as pinturas monumentais do período arcaico são feitas sobre terracota e diferem das pinturas em vasos por não serem queimadas. São executadas a seco nos tons preto, vermelho, laranja e branco, sobre uma camada de base amarelada, identificada em alguns casos como cal e protegida com cera púnica. A descoberta em Paestum de uma fossa grega com pinturas do V séc. a.C (antes de Cristo) mostra a possibilidade de pintura afresco, devido ao uso de incisões para o desenho preparatório.

AS PINTURAS ETRUSCAS (do VII ao I séc. a.C.) inicialmente eram feitas diretamente na rocha. A partir do IV séc. a.C. são encontradas pinturas com duas camadas preparatórias, sendo a segunda com cal e pó de mármore, caracterizando uma técnica afresco, desenvolvida pelos romanos.

A PINTURA ROMANA é identificada não somente pela técnica afresco, mas pelo refinamento de acabamento. O polimento da superfície permitia uma imitação do mármore. Desta forma a técnica da têmpera tende ao desuso. Pintura e relevo eram interligados no estilo romano. Vitruvius descreve no livro VII *De Architectura* superfícies decoradas, polidas e com argamassas já pigmentadas através da adição de pó de mármore. Há controvérsias quanto às interpretações de Vitruvius, mas a adição de argilas especiais na última camada pode ser considerada plausível, tendo visto seu uso disseminado em diversas regiões. Trata-se de cores de fundo, os ocre, o vermelho terra, o verde terra e os brancos, que são pigmentos macios e com base argilosa. Tanto a argila quanto a cal dá características oleosas à argamassa, o que pode ser confundido com cera, como na técnica do *stucco lustrato* que é finalizada com cera.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

POMPÉIA E HERCULANO têm características típicas da pintura afresco. Primeiro, todo o muro é coberto por uma camada de cal, areia e *pozzolana*²⁹, conhecida como *arriccio* (termo italiano). Esta superfície é deixada rugosa para recebimento da segunda camada (*intonaco*), de areia e cal. Os desenhos preparatórios (*sinopie*³⁰) eram feitos em tamanho natural ainda sobre o *arriccio*. A terceira e última camada (*pontate*), também em areia e cal, era aplicada de acordo com as alturas dos andaimes, uma vez que a pintura é feita com argamassa ainda fresca. Diferentes estilos são reconhecidos com variações de acabamento e polimento de superfícies.

O FINAL DO IMPÉRIO ROMANO E O INÍCIO DA IDADE MÉDIA caracterizaram-se pela simplificação da técnica romana do afresco onde figura e fundo eram colocados juntos numa rede cromática. As camadas de argamassa foram reduzidas a duas e não mais existiam tratamentos de polimento.

AS PINTURAS BIZANTINAS, DOS BÁLCÃS E NO MUNDO ORTODOXO mantêm a técnica afresco, com a prática de misturar cal aos pigmentos, o que não a descaracteriza. Diferencia-se também pela maior quantidade de inerte, onde além de areia eram incluídos palha e pequenas pedras. Sendo a superfície argamassada feita de tijolos, mais absorvente à água do que a pedra, as camadas eram mais grossas. O polimento era feito especialmente nas figuras. Na Rússia, a partir do século XV esta prática é substituída pela *têmpera*.

AS PINTURAS ROMÂNICAS têm basicamente a mesma técnica das bizantinas. O uso da *têmpera* é porém reconhecido através de relatos franceses, onde é recomendado uso de óleo, vinho e resina como aglutinantes.

O PERÍODO GÓTICO mostra um crescente interesse para a prática de pintura com aglutinantes e óleo. O primeiro registro deste uso data do século X, na busca de transparência. O problema era de fazer o óleo secar, daí a classificação de óleo secativos. Registros de pagamentos de materiais em igrejas inglesas do séc. XIII mostram a presença destes materiais e de vernizes. No norte da Europa, diferentemente da Itália, novos experimentos eram feitos. Os vitrais substituíam as pinturas sobre grossos muros. Os douramentos tornam-se também importantes, assim como o uso de outros metais. Mestres flamengos do séc. XV tornam a pintura independente da arquitetura através dos retábulos. O prestígio da pintura mural permanece, mas a crescente demanda dos aristocratas pela decoração favorece o desenvolvimento de painéis, molduras e retábulos pintados.

A TÃO DESEJADA TRANSPARÊNCIA não era mais conquistada através do afresco ou da *têmpera* com seus efeitos de *chiaro-scuro* (contrastes de claro e escuro), mas através das seguintes operações:

²⁹ pó de pedra vulcânica que reage quimicamente no endurecimento da argamassa.

³⁰ pigmento cor de vinho utilizado para este fim, proveniente da região denominada Sinopia no Oriente Médio.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- preparo da superfície para impermeabilizá-la;
- uso de aglutinantes para ser a tinta bastante transparente;
- sucessivas camadas pictóricas com uso de tons de base, mesmo metálicos.

A pintura de painéis a óleo se difundiu tanto nas classes aristocráticas que também era encontrada nas classes mais populares. Poderia ser combinada com têmpera ou com base de afresco. O uso abundante de estêncil reflete esta situação.

O SÉCULO XII OU *TRECENTO* italiano trouxe mudanças estéticas que foram acompanhadas pelas técnicas. As composições mais complexas exigiam desenhos preparatórios que tinham de ser feitos e aplicados sobre a superfície a ser pintada. As jornadas de trabalho (*giornate di lavoro*) eram cada vez menores e mais detalhadas. A transparência deveria ser conquistada com o puro afresco e retoques em têmpera (normalmente a ovo). O efeito *sfumato* (esfumaçado) exige refinamento em ambas técnicas. A pintura a têmpera e a óleo também permitiam o uso de alguns pigmentos incompatíveis com a cal, tais como ouro, sulfeto de mercúrio (vermelho), azurita, zarcão, verdegris, laca e branco de chumbo.

A PERSPECTIVA RENASCENTISTA não permitia mais improvisações e os desenhos preparatórios eram cada vez mais realistas e detalhados. Estudos em escalas menores eram ampliados através de uma grade e executados sobre cartões e em tamanho real. Os traços eram perfurados para que sua marcação fosse transportada para o *intonaco* ainda fresco através de cinza em pó bastante fina (técnica chamada de *spolvero*). Posteriormente esta transposição do desenho foi feita através de leve pressão no cartão, demarcando o desenho através de um pequeno relevo na superfície. Estas duas técnicas aos poucos substituíram a *sinopia*.

NO SÉC. XVI Leonardo da Vinci desenvolve experiências de pintura a seco, que permitiam transparências e correções com longos intervalos de tempo. Michelangelo mantém-se fiel à tradição do puro afresco. Rafael atinge um qualidade estética de transparências nunca vista em afrescos e comparável à pintura a óleo. Em Veneza a técnica afresco é enriquecida com inovações barrocas de pinceladas espessas e uso de uma argamassa especial (*pastellone*), que continha coloração avermelhada com tijolos quebrados e uma superfície mais absorvente. Ao mesmo tempo a pintura a óleo é cada vez mais popular, seja sobre painel ou tela. Caravaggio executa pinturas em óleo sobre tela que são transferidas ao muro. O afresco tende para ser uma técnica de ornamentos decorativos. Maneiristas utilizam as duas técnicas combinadas explorando suas qualidades estéticas. A pintura a óleo poderia ser feita sobre muro em pedra, sobre madeira ou sobre tela e a partir da metade do séc. XVI a pintura a seco era mais utilizada.

A COMPLEXIDADE DAS COMPOSIÇÕES BARROCAS, que deveriam ser aplicadas em superfícies curvas (cúpulas e arcos) para criar a perspectiva de baixo para cima, implicam num ajuste mais preciso dos desenhos preparatórios. Estudos a óleo em tamanho real eram executados para este

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

fim. As pinturas afresco eram feitas por uma equipe e assim surpreendentemente velozes. O *intonaco* liso e polido foi substituído por um rugoso, de acordo com as tendências estéticas do momento. Na França, a técnica de *marouflage* (pintura a óleo sobre tela que era aplicada ao muro com adesivos) liberou o artista das dificuldades da pintura no local. Data também deste período o uso mais intensivo da pintura a caseína (têmpera com soro de leite).

O FINAL DO SÉCULO XVIII trouxe novo gosto para a decoração interior, onde os ambientes deveriam parecer uma imitação de paisagem, com aspecto suave e delicado. A técnica afresco é substituída pela têmpera ou óleo sobre tela, que combinava com a mobília e tecidos. O uso de papel de parede também é cada vez mais comum. Porém a descoberta de Pompéia e Herculano reviveram o interesse por seu tipo de decoração que era totalmente diferente do afresco barroco. Supôs-se tratar de pintura encáustica (com cera).

NO PERÍODO NEOCLÁSSICO há uma certa nostalgia pelas pinturas murais monumentais e uma retomada da pintura afresco com diversas variações e técnicas complementares. São republicados diversos tratados de pintura, com espírito de salvação perante a modernidade impressionista que acontecia. Mesmo assim a maioria das pinturas é feita a seco, seja a têmpera de caseína ou de cola, ou a óleo.

O SÉCULO XX inicia com uso de técnicas de estêncil, mosaico e douramento ao gosto do estilo *Art Nouveau*, Técnicas tradicionais foram substituídas com uso de produtos comerciais. A Escola Mexicana foi a última tentativa de reviver a técnica afresco com Diego Rivera e Siqueiros. Porém Siqueiros, em suas últimas obras abandona esta técnica em favor de resinas sintéticas em vários suportes. O desenvolvimento da arte moderna concentra a produção do artista não mais em uma técnica determinada mas em experimentações específicas, o que para o restauro é um grande desafio.

COR E PIGMENTO

UM PIGMENTO pode ser definido como partículas de um material sólido que são insolúveis em um ligante no qual são dispersos. O pigmento não é influenciado física nem quimicamente pelo meio.

SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS mais importantes são: a cor, o índice de refração, o poder de cobertura, o tamanho do grão, densidade e superfície específica.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS mais importantes incluem a real composição química do pigmento e sua estabilidade com respeito a outros ligantes, a outros pigmentos e a outros agentes físico-químicos de alteração.

A COR DA SUBSTÂNCIA depende na sua absorção seletiva de determinados componentes de comprimentos de ondas da luz branca. Luz é a radiação eletromagnética com movimentos tipo onda e é absorvida pelas diferentes matérias.

O OLHO HUMANO pode ver somente determinadas radiações com comprimento de onda entre 400 e 700 nm ($\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$). Este intervalo é chamado de espectro visível. A luz ultra violeta acontece com menos de 400 nm, seguida pelo raio X e os raios gama. Raios infravermelhos ocorrem acima de 700 nm, seguidos das micro ondas de rádio.

NO ESPECTRO VISÍVEL a luz tem diferentes cores: violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. A soma das cores neste espectro é percebida como branca. Se a matéria reflete todas as radiações visíveis igualmente, ela vai parecer branca ao olho humano. Se ela absorve todas as radiações, vai parecer preta. Se a matéria absorve todas menos as radiações vermelhas, que são refletidas, a substância parecerá vermelha. Se somente reflete as radiações verde, parecerá verde, e assim por diante.

QUANTO MAIOR A TRITURAÇÃO do pigmento maior será a intensidade da cor da substância. Há exceções, como os casos dos pigmentos azurita, *lapis lazuli* e esmalte.

A INTENSIDADE da cor está relacionada com o fenômeno que acontece quando a luz encontra as partículas do pigmento: parte da luz é absorvida, parte da luz atravessa as partículas e parte é refletida e difusa. Esta difusão da luz, normalmente determina a intensidade da cor. Esta vai depender do tamanho do grão, do índice de refração do pigmento relativo ao meio e do coeficiente de absorção de luz deste meio.

O TAMANHO DO GRÃO é uma característica importante. Para pintura, ele deve ser fino e homogêneo. Os antigos eram grosseiros ou médios. Os modernos industrializados são menores variando de 0,01 e 100 μ^3 ³¹, ou do tamanho de partículas coloidais até poeiras finas.

A DENSIDADE é a massa por unidade de volume. É geralmente expressa em cm^3 . É a propriedade que relaciona o comportamento do pigmento no seu meio. Por exemplo, um pigmento denso irá se depositar no seu estrato mais profundo. Outra propriedade física importante é a superfície específica, que é medida em m^2/g . É influenciada pelo tamanho do grão, que influencia a sua absorção pelos ligantes orgânicos. Seus valores são de 20 - 1000 m^2/g para preto de carvão, 50 m^2/g para pigmentos inorgânicos, e 10 -100 m^2/g para pigmentos orgânicos.

³¹ $\mu = 10^{-6} \text{ m}$

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Obs.: estamos tratando especialmente de pigmentos utilizados em pinturas murais, conhecidos até o início do século XX.

AS PROPRIEDADE QUÍMICAS são definidas pela composição. Os pigmentos de origem inorgânica são mais facilmente encontrados. Muitos são extraídos de minerais e necessitam somente de serem moídos e de eliminar as impurezas. Outros pigmentos são sintetizados artificialmente e são geralmente simples. Os pigmentos orgânicos, extraídos de substâncias vegetais e animais, requerem manipulação antes de serem utilizados.

As características químicas que interessam referem-se à possibilidade dos pigmentos se combinarem com diferentes meios e sua estabilidade com respeito à umidade e a agentes atmosféricos.

DO PONTO DE VISTA QUÍMICO, podemos agrupá-los desta forma:

- óxidos - fórmula genérica Me_xO_y (onde Me = metal). Por exemplo: vermelho e amarelo ocre, viridiano, branco de zinco, branco de titânio, amarelo de chumbo e de estanho, vermelho de chumbo, etc..
- carbonatos - fórmula genérica $Me_x(O_3)_y$. Exemplos: branco de chumbo, branco San Giovanni, azurita, malaquita, etc..
- sulfidos - é impossível ter uma fórmula genérica pois há diferentes composições. Por exemplo: lapis lazuli e o ultra marino artificial, etc..
- composições diferentes e complicadas - azul da Prússia, azul verditer, etc..
- pigmentos orgânicos: índigo, amarelo e vermelho lacas, etc..

A CLASSIFICAÇÃO dos pigmentos também pode ser feita da seguinte forma:

- com base de ferro: ocre (vermelho, amarelo e marrom), verde terra e azul da Prússia.
- com base de cobre: azurita, malaquita, verdigris, resinados de cobre, esmeralda (ou verde Paris) $(Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2)$
- com base de chumbo: vermelhão (HgS) , ouro (As_2S_3) , realgar (As_2S_2) , amarelo de cádmio (CdS)
- carbonatos - branco San Giovanni, branco de chumbo, azurita, malaquita
- óxidos - ocre, viridiano $(Cr_2O_3 \cdot H_2O)$
- silicatos - verde terra, lapis lazuli

OS MÉTODOS ANALÍTICOS mais freqüentes empregados para análise de pigmentos são: microscopia mineralógica, análise micro química, fluorescência de raios X, microscopia eletrônica de varredura com micro análises, difração de raios X, TLC cromatografia.

AS ANÁLISES de pigmentos podem ajudar a compreensão da técnica dos pintores. É também útil para identificar partes restauradas, para estudar causas de deterioração e finalmente para autenticação de obras. Ressaltamos que neste último caso, a interpretação é difícil.

AS ALTERAÇÕES de pigmentos mais estudadas são:

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- azurita em malaquita: a reação acontece quando na atmosfera há presença de alta umidade relativa do ar e é catalisada por materiais alcalinos. Assim é comum ver partes de pinturas murais com céu esverdeado.
- escurecimento do vermelho: pela experiência, sabe-se que a mudança tem relação com a ação da luz, embora o mecanismo não seja totalmente conhecido. Esta alteração ocorre preferentemente em meios aquosos (têmpera e afresco) do que em meios oleosos.
- escurecimento do branco de chumbo: acontece somente em pinturas murais.

LIGANTES MINERAIS E ARGAMASSAS

AS ARGAMASSAS são materiais aplicados no restauro de pintura mural, no restauro de muros antigos e em reintegrações em obras de pedra. A grande variedade dos constituintes faz com que este material possua diversas características, de acordo com as necessidades específicas.

LIGANTES são as substâncias que dão a capacidade de coesão de uma mistura.

AGREGADOS são os componentes dessa mistura, no caso a argamassa, e dão a sua capacidade de resistência.

LIGANTES MINERAIS são encontrados na natureza e freqüentemente estão modificados com materiais inorgânicos. São utilizados para construção, para recobrimento de estruturas e para decoração de muros.

OS TRADICIONAIS são:

- o solo argiloso (o mais antigo e encontrado em muitas partes do mundo),
- o gesso (usado na Mesopotâmia desde aproximadamente 2.000 a.C.),
- a cal (encontrado em Knossos desde 1.500 a.C.),
- e a cal hidráulica (utilizada na Itália a partir do século XVI).

OS MODERNOS são :

- a cal hidráulica (um protótipo do cimento, criado por James Frost, 1811),
- o cimento Portland (criado por Joseph Aspdin of Leeds, 1824),
- o cimento branco Portland e outros cimentos (a partir do século XIX).

SUA FUNÇÃO é dar coesão entre os agregados e adesão à superfície do muro.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

AGREGADO é qualquer material sólido usado em combinação com um ligante para fazer argamassas. Podem ser de 3 tipos:

INERTES (ou substâncias não reativas, ou não hidráulicas): areia, pedras pequenas (brita), conchas, etc.

HIDRÁULICOS (reagem em presença da cal): pozolana³², pedra pome, tijolo, etc.

ORGÂNICOS (reforço estrutural): palha, pelo de animal e outras fibras orgânicas.

SUA FUNÇÃO é de reduzir a formação de rachaduras, aumentar a porosidade e diminuir custos. Agregados hidráulicos aumentam a resistência mecânica da argamassa e os reforços orgânicos melhoram a capacidade de tração e a aderência à estrutura, especialmente estrutura de madeira.

ADITIVOS ORGÂNICOS são substâncias em sua maioria naturais, ou substâncias solúveis adicionadas às argamassas:

OS TRADICIONAIS são: excrementos (de vaca e cavalo), óleos secativos, resinas vegetais, cola animal, leite, açúcar, etc.

OS MODERNOS são: emulsões de resinas sintéticas.

SUA FUNÇÃO é de aumentar as propriedades de aderência dos ligantes minerais e melhorar o manuseio da argamassa.

ARGAMASSA é a mistura de um ou mais ligantes minerais com agregados inorgânicos e/ou orgânicos, com ou sem aditivos.

NO BRASIL a primeira camada de argamassa aplicada ao muro é chamada de emboço e tem grãos maiores de inerte. A segunda camada é chamada de reboco e tem grãos mais finos, ou de menor granulometria. O traço³³ mais comum é de 1:3, sendo o primeiro número referente ao ligante (ou agregante) e o segundo ao agregado (ou inerte).

SUA FUNÇÃO é de unir blocos ou tijolos, fixar peças de pedra de revestimento, fixar telhas e peças de mosaico, cobrir e proteger estruturas murárias, criar argamassas decorativas (estruque) e fazer a base, ou suporte, para pinturas murais.

A GRANDE VARIEDADE de materiais naturais usados para argamassas resulta em variadas combinações de diferentes proporções. O tipo de argamassa tradicionalmente utilizado em uma região depende basicamente da disponibilidade e custos dos materiais naturais, do conhecimento de tecnologia e das condições climáticas, por exemplo, uso interno ou externo.

³² tipo de rocha vulcânica encontrada na Itália

³³ Traço é a proporção entre ligante e agregado de uma argamassa.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

CLASSIFICAÇÃO de acordo com o modo de secagem (ou endurecimento):

- devido à perda de água: argamassas a base de argila;
- devido à hidratação (absorção de água): argamassas de gesso;
- devido à reações químicas: argamassas a base de cal (hidráulica e aérea³⁴)

A ARGILA tem diferentes origens com as seguintes características:

- aquela proveniente de depósito de aluviões é rica em areia;
- aquela proveniente do solo rico em areia é mais dura e seca ao toque;
- aquela proveniente do solo rico em argila é mais gordurosa ao toque e retrai bastante quando seca.

PRINCIPAIS COMPONENTES: silicatos e aluminatos posicionados em finas placas superpostas. A adição de água provoca o inchamento com a separação das placas que deslizam sobre camadas intermediárias de água. Quando é utilizada pouca água à argila, torna-se possível o seu manuseio, sem que os silicatos e aluminatos sejam dispersos.

CAL

O MATERIAL de origem carbonato de cálcio (CaCO_3) pode ser a pedra calcária, conchas ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ - carbonato de manganês) e pedras corais.

O CICLO da cal

QUANDO O CARBONATO DE CÁLCIO encontrado na natureza é levado ao forno com temperatura mínima de 880°C , é desprendido gás carbônico (CO_2) e temos a formação de óxido de cálcio (CaO), que é um pó. Sendo este um composto muito instável, em presença de atmosfera úmida, ou com adição de água (H_2O) transforma-se em hidróxido de cálcio [Ca(OH)_2].

NESTE PROCESSO DE HIDRATAÇÃO é desprendido muito calor, devendo ser feito em recipientes adequados e com o devido cuidado. Temos então uma pasta, também chamada de cal viva.

ESTA PASTA deve ser acondicionada de forma a manter sempre um tanto de água na superfície. Quanto mais tempo a cal hidratada ficar estocada neste estado (popularmente chamado 'descansando') melhor será a qualidade do material, pois a cadeia de cristais que se formam será mais longa. Os tratados antigos recomendam até 2 anos de armazenamento, mas o ritmo dos nossos tempos exige o mínimo de 2 semanas.

É ESTE MATERIAL que será misturado ao agregado. O hidróxido de cálcio é ainda um composto instável. Quando entra em contato com o gás

³⁴ a cal que endurece com a presença de ar, especificamente com o gás carbônico, é a cal aérea, e por ser a mais comum é chamada simplesmente de cal.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

carbônico da atmosfera, vai se combinar com ele para novamente formar o carbonato de cálcio inicial e por fim endurecer novamente.

CASO A QUEIMA do material natural não seja completa partículas de carbonato de cálcio restarão na pasta de cal, que serão inertes.

CASO O ESTOQUE da cal não dure o suficiente, partículas de óxido de cálcio serão hidratadas durante a secagem e expandirão de volume na argamassa quando aplicada.

ALGUNS ESTÁGIOS da cal são utilizados em diversas situações:

- água de cal - hidróxido de cálcio em solução aquosa transparente,
- leite de cal - hidróxido de cálcio saturado, com aparência de tinta branca,
- cal viva - hidróxido de cálcio com pouca quantidade de água;
- pasta de cal - hidróxido de cálcio em pasta.

CIMENTO PORTLAND

MANUFATURA:

- 1 calcinação (queima) da pedra calcária;
- 2 mistura do óxido de cálcio com argila;
- 3 nova queima de 1.400° a 1.500° C;
- 4 trituração do material resultante;
- 5 adição de gesso como agente de retardo do endurecimento.

INVENTORES:

- Aspin (Inglaterra, 1824) - calcinação somente a 1.000-1.200° C;
- Johnson (Inglaterra, 1838) - calcinação a maiores temperaturas.

POR QUE O CIMENTO ocasiona problemas para conservação ?

- sua baixa porosidade faz com que a água procure outros materiais para ser absorvida;
- possui grande quantidade de sais solúveis, principalmente de sódio;
- sua alta densidade e condutibilidade térmica favorece condensação³⁵;
- seu alto coeficiente de expansão térmica é normalmente 2 vezes maior que os outros materiais de construção.

ARGAMASSAS HIDRÁULICAS

2 tipos:

- cal hidráulica ou cimento + agregados + água

³⁵ condensação é a transformação da água em estado gasoso para o estado líquido, devido à diferença de temperatura. Temperaturas mais baixas do ar comportam menor quantidade de água em estado gasoso. Estamos nos referindo a umidade relativa do ar. Assim, o vapor de água contido no ar próximo à superfícies mais frias condensa-se.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- cal hidratada + agregados hidráulicos + água

AGREGADOS HIDRÁULICOS: contêm formas reativas de sílica e alumina, que foram aquecidos em altas temperaturas e resfriados rapidamente, seja por processos naturais (resultando nas rochas pozolânicas), como erupções vulcânicas, ou artificialmente (tijolos).

CIMENTO ROMANO: cal + pozolana + tijolos quebrados

REAÇÃO QUÍMICA



Ou com as abreviações utilizadas na indústria do cimento:
 $\text{CH} + \text{A} \cdot \text{S} + \text{H} \gg \text{CSH} = \text{CAH}$

ARGAMASSAS AÉREAS são aquelas que endurecem com a presença de ar.

INERTES OU AGREGADOS

A MELHOR AREIA é aquela silícea proveniente de aluviões ou de pedreira.

OS GRÃOS PROVENIENTES DE PEDREIRAS têm superfície irregular e rugosa, o que torna sua argamassa mais forte devido à fricção entre as partículas. Quase sempre estas areias contêm impurezas (sais solúveis ou material argiloso) e devem ser bem lavadas antes de serem utilizadas.

A AREIA DE RIO é normalmente mais limpa, mas sendo seus grãos mais arredondados, sua dureza é menor. Para se ter uma boa argamassa deste tipo deve-se utilizar diferentes granulações (da mais fina a mais grossa), a fim de que seja necessária uma quantidade mínima de agregante que preencha o vazio entre elas.

SE SOMENTE AREIA GROSSA é utilizada, a argamassa será bastante porosa e com pouca resistência mecânica.

SE SOMENTE AREIA FINA é utilizada também teremos uma argamassa fraca. Para melhorar sua performance, a quantidade de ligante deverá aumentar e apenas camadas finas devem ser aplicadas.

COMO FAZER uma boa argamassa de cal:

- utilizar cal bem estocada (2 semanas no mínimo), com menos de 5% de impurezas,
- a granulometria dos agregados deve ser observada para obtenção de uma argamassa com a resistência mecânica necessária para seu uso,
- lavar bem os agregados para remoção de sais e materiais orgânicos,
- não utilizar areia argilosa de pedreiras, os agregados devem ser deixados para secar antes de serem utilizados,

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- não fazer argamassa durante períodos quentes/ secos ou em exposição direta do sol.

PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO de argamassa líquida:

Normalmente, a primeira camada aplicada de argamassa tem superfície rugosa, para dar boa adesão às camadas sucessivas e capacidade de absorção uniforme. As proporções podem variar de acordo com o tipo de agregados.

Joga-se a argamassa com força no muro para melhorar sua adesão. Esta técnica é válida para todas as camadas.

ESTABELECENDO A ESPESSURA da argamassa:

Uma vez decidida a espessura da camada a ser aplicada, coloca-se, por exemplo, fragmentos de tijolos, fixando-os também com argamassa. Isto serve para indicar o nível que a argamassa terá. Com auxílio de um nível vertical, outros fragmentos são colocados, em intervalos regulares em toda superfície.

PREPARANDO A ARGAMASSA DE BASE (anterior ao emboço)

- Peneirar o agregado com peneira de 3-5 mm, dependendo da grossura que será aplicada a argamassa (normalmente 1-3cm).

PRINCÍPIO - a rigidez da argamassa de cal (que endurece sem rachaduras) pode melhorar com 3 fatores:

- use grãos grossos, bem peneirados;
- aumente a proporção do agregado, quanto maior, menor será a retração;
- utilize agregados hidráulicos que usam água para secagem, também assim, reduzindo a retração.

APLICANDO O EMBOÇO

- É muito importante molhar previamente a superfície. É indispensável a presença prolongada da água na argamassa, tanto para carbonatação quanto para a secagem de agregados hidráulicos. Em casos especiais, pulverize água constantemente na superfície da argamassa.

PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO do reboco

- Peneirar os grãos com peneira fina (1-2 mm) de acordo com a espessura e textura superficial desejada (espessura comum 0,2 - 5,0 mm).
- Misture a pasta de cal com o agregado (1:1 ou 1:2).
- Evite adicionar mais água à argamassa para não aumentar a retração.
- Antes da aplicação umedeça o muro.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Obs.: Se estivermos fazendo complementos de argamassa a composição, a porosidade, capacidade mecânica e estratigrafia da argamassa de reparo deve ser similar à original.

INSTRUMENTOS PARA TRATAMENTO da superfície:

Colher de pedreiro, plainas de madeira e de esponja.

A CARBONATAÇÃO deve começar enquanto a argamassa está ainda úmida. Molhar a superfície periodicamente pode acelerar este processo. A carbonatação acontece por longo período, às vezes por anos, dependendo da temperatura, da quantidade de água, da espessura e porosidade do material e da disponibilidade de gás carbônico (boa aeração).

ARGAMASSAS

A DETERIORAÇÃO DE ARGAMASSAS é uma preocupação de todos que trabalham com a conservação e manutenção de edificações antigas.

Juntas são gastas, rachaduras e falta de adesão resultam da movimentação dos edifícios, da penetração de água e da deterioração dos suportes. Duas formas existem para que a deterioração avance: uma é negligenciá-la, outra é o resultado de tratamentos inadequados. Sintomas familiares podem ter tratamentos semelhantes, mas deve-se tomar cuidado para que as razões sejam identificadas e as causas sejam tratadas, ao invés de somente os sintomas. Algumas perguntas devem ser sempre respondidas:

- quais são os sintomas dos problemas,
- quais materiais e métodos de construções estão envolvidos,
- quais são as causas reais do problema,
- como pode-se tratar as causas,
- como pode-se tratar os sintomas.

SE ARGAMASSA DE REJUNTE foi gasta de forma que as faces dos tijolos ou pedras estão expostas, a água penetra neste suporte e nova argamassa deve ser colocada. Se as arestas dos tijolos ou das pedras foram gastas o preenchimento deve ser nivelado mais ao interno das bordas, para que não aumente a espessura. Este recuo deve ter como medida máxima a espessura do rejunte.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A **REMOÇÃO** do rejunte superficial deteriorado deve ser feito com ferramenta de tamanho adequado para não causar maiores danos aos tijolos ou pedras. O impacto deve ser feito com ângulo oblíquo à superfície e nunca perpendicular a ela.

A **SUPERFÍCIE PREPARADA** deve ser cuidadosamente limpa, livrando-a de partículas soltas e lavadas, evitando-se a saturação. Se havia presença de microrganismos deve ser aplicado um biocida nesta etapa.

QUANDO SE APLICA o novo rejunte a superfície deve estar úmida. O novo material deve ser pressionado até preencher todo o espaço existente. Se deseja-se ter uma aparência rugosa para compatibilizar com outros rejuntos existentes, deve-se dar esta textura antes que a argamassa esteja seca. Normalmente utiliza-se a ponta de pincéis batendo-os perpendicularmente à superfície.

O **TEMPO DE SECAGEM** depende de diversos fatores locais (temperatura, umidade relativa, nível de absorção dos materiais, etc.).

A **LIMPEZA** do muro pode ser feita somente com água ou com uma solução 10% de ácido clorídrico (ou outro produto similar). Antes de se aplicar a nova argamassa, a superfície deve ser bem lavada para retirar resíduos ácidos. A aplicação é feita de cima para baixo e com cuidado para não haver respingos no muro.

ARGAMASSAS DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS possuem uma grande variedade de agregados, agregantes e reforços. Uma classificação bastante simples destes tipos pode ser:

- 1 - argamassa de baixa resistência mecânica, aplicada em uma camada grossa para ancorar um trançado ou ripas,
- 2 - argamassa de resistência média/baixa a base de cal aplicadas em 2 ou mais camadas para assentar tijolos, pedras, barro, trançado ou ripas,
- 3 - argamassas de alta resistência baseada em cimentos hidráulicos e aplicadas em 2 ou mais camadas para tijolos ou pedras, ou camadas internas de argamassas a base de cal,
- 4 - argamassa de resistência média a base de óleos betuminosos normalmente aplicadas em uma camada fina para recobrir tijolos, pedra ou camadas internas a base de cal, mas também usada como molde para detalhes,
- 5 - argamassa de resistência média a base de gesso ou cal/gesso aplicada em 2 ou mais camadas sobre tijolos, pedra ou ripas.

Todas essas argamassas podem ser pintadas. Argamassas 1 e 2 vão necessitar de caliação ou pintura para sua manutenção. Argamassas 3 e 4 são normalmente pintadas por razões estéticas. Argamassa 5 não é comum em climas úmidos e sua manutenção exige boa proteção, seja em ambientes internos ou semi abertos.

A **MAIORIA DAS DETERIORAÇÕES** é devido a penetração da água, resultante de falta de manutenção ou proteção inadequada dos elementos,

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

além de erros técnicos, materiais ruins e métodos e materiais inadequados para reparos.

FENDAS NA SUPERFÍCIE pode ter as seguintes causas:

- agregados sujos,
- excesso de água,
- secagem rápida demais,
- resistência anterior excessiva,
- mistura densa e impenetrável,
- gesso adicionado ao cimento Portland (ataque do sulfato devido à expansão).

A SEPARAÇÃO DAS CAMADAS ou do substrato pode ser ocasionada por:

- perda de adesão devido à penetração da água,
- camada final muito forte sobre camada mais fraca subjacente,
- camadas grossa demais,
- ausência de controle da secagem durante a aplicação,

ESFACELAMENTO e pulverização da superfície, com ou sem sais solúveis, pode decorrer de:

- contaminação salina das camadas subjacentes, de agregados ou de umidade ascendente.

Em alguns casos a extensão deterioração é tal que a renovação total da argamassa não pode ser evitada. A economia favorece esta solução, sendo quase sempre mais barato remover toda a argamassa do que fazer intervenções localizadas. Mas esta não é a melhor solução quando se deseja conservar o original. Alguns fatores são importantes para se fazer um bom remendo:

- compatibilidade dos antigos e novos materiais,
- adequação de cor, textura e porosidade,
- adesão do reparo.

ÁREAS COM RACHADURAS ou que demonstram desprendimento após análise de percussão devem ser removidas deixando as bordas perpendiculares ao substrato. Após a remoção do material danificado, toda poeira, eflorescências salinas, crescimento orgânico e material sem aderência deve ser retirado com brocha e tratado com biocida.

CAVIDADES e depressões devem ser preenchidas de forma a não executar camadas mais grossas do que 12 mm. Antes de sua aplicação, a superfície deve ser banhada para reduzir e controlar a sucção, especialmente em climas quentes.

SE HÁ MATERIAIS ESTRANHOS na superfície a receber a nova argamassa, estes devem ser tratados de forma diferenciada para cada tipo, contanto que possam ter boa aderência e não provocar novos danos.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

MELHORAR A ADERÊNCIA de superfícies densas pode ser feito através da aplicação de uma camada de PVA (acetato de polivinil). Este procedimento não é recomendável quando a parede é suscetível à umidade porque a impermeabiliza, sendo neste caso a forma mecânica de picoteamento mais adequada.

DUAS CAMADAS são normalmente aplicadas, mas 3 camadas seria o recomendável, com exceção para pequenos estuques. A primeira camada é mais forte, de espessura variando entre 9 a 16 mm e é deixada rugosa para facilitar a aderência da camada seguinte. As sucessivas camadas devem ser sempre mais finas, mais fracas ou de igual resistência. A camada final deve ter entre 6 e 10 mm de espessura.

AS CAMADAS INTERNAS devem ser deixadas secar protegidas e ventiladas para assegurar que a contração inicial tenha acabado antes que seja aplicada a camada seguinte.

O **TRABALHO DIÁRIO** deve procurar ser finalizado de acordo com o desenho arquitetônico para minimizar efeitos de juntas que por ventura sejam visíveis.

ARGAMASSAS COLORIDAS podem ser resultado de adição de diferentes materiais (pó de tijolo, pigmentos óxidos) ou diferentes colorações de areia. Para dar maior lustre, adiciona-se vidro moído, ou pó de mármore ou de granito ou mineral de feldspato. O traço deve ser estipulado, sendo que para argamassas pigmentadas a quantidade de pigmento não deve ultrapassar 8% do peso do agregante. A busca do tom original deve inspecionar locais cobertos que alteram-se menos facilmente.

ARGAMASSAS DE TETO eram normalmente feitas em 3 camadas, sendo que a primeira continha pelos e as duas segundas em a base de cal e areia ou cinza. Posteriormente a cal foi substituída pelo gesso e no século XIX pelo cimento Portland. A camada final, no entanto, é de cal e gesso ou somente gesso.

ARGAMASSAS MOLDADAS podem apresentar irregularidades, o que não é necessariamente um problema.

OS DEFEITOS são quase sempre ocasionados pela degradação da estrutura na qual a argamassa está ancorada. A madeira sofre frequentemente de ataque biológico. Rachaduras contínuas são decorrentes da movimentação da estrutura principal ou da falta de isolamento de materiais usados para sua fixação. A descoloração ou escamação podem ter origem em infiltrações. Rachaduras finas aparecendo de forma irregular, ou com desníveis superficiais podem não ser danosas, mas devem ser investigadas.

PARA REPAROS em tetos e muros os materiais devem ser o mais próximo possível dos originais.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ARGAMASSAS restauradas muitas vezes requerem pintura. Se possível, é preferível pintar uma área maior do que aquela reparada. A argamassa deve estar completamente seca para receber a pintura, caso contrário haverá ataque à pintura e falência da argamassa.

TRAÇOS recomendáveis para argamassas a serem utilizadas em edifícios históricos:

- a base de cal - 1 : 4, 1 : 3, 1 : 2 ½, 1 : 2 e 1 : 1
- a base de cal hidráulica - 1 : 4, 1 : 3, 1 : 2 ½
- a base de cal e cimento Portland (cimento : cal : agregado) -
1 : 1 : 6, 1 : 2 : 8, 1 : 2 : 10, 1 : 3 : 12, ½ : 3 : 12, ¼ : 3 : 12, 1/8 : 3 : 12 e
1/10 : 3 : 12

A ANÁLISE DE ARGAMASSAS tem limitações, portanto a indicação de um traço para um complemento não deve ser feita baseando-se somente nesta informação. Há dificuldades práticas na identificação e separação dos constituintes. Por exemplo: agregados calcários serão diluídos nos ácidos junto com o agregante calcário, levando a uma conclusão errônea quanto à proporção agregante:agregado; o uso de argamassas antigas que são masseradas e reutilizadas é outro problema típico; também minerais argilosos presentes como impurezas podem ser confundidos com silicatos presentes no agregante hidráulico.

O ICCROM desenvolveu uma argamassa mais líquida para ser injetada no caso de haver camadas com descolamento interno, que devem ser mantidas pelos seus valores estéticos ou históricos:

- ligante: cal hidráulica, dosagem 100
- agregado: pó de tijolo ou pozolana com granulometria fina, dosagem 100
- água, dosagem 150
- fluidificante: gluconato de sódio, dosagem 15
- composto coloidal: emulsão acrílica PRIMAL AC33, dosagem 10

O MÉTODO DE APLICAÇÃO é o seguinte: primeiro identifica-se por percussão as áreas ocas da argamassa. Com auxílio de um furador mecânico, ou equipamento elétrico de baixa vibração, faz-se dois furos. Um para entrada da argamassa, outro para a saída. Utiliza-se uma bomba para bombear um pouco de ar dentro da cavidade no intuito de eliminar a poeira. Injeta-se álcool para facilitar a adesão da argamassa, reduzindo a tensão superficial. Por fim injeta-se a argamassa líquida usando-se uma seringa veterinária até que o excesso comece a sair pelo buraco de baixo. Este excesso deve ser recolhido imediatamente com esponjas e tampado provisoriamente com auxílio de uma superfície plana e macia. Deve-se manter um escoramento neste ponto até o dia seguinte, quando são feitos novos testes de percussão. Obs.: o muro não deve ser suscetível a problemas devido ao excesso de água.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ESTUDO TECNOLÓGICO E DOCUMENTAÇÃO

O ESTUDO TECNOLÓGICO das pinturas murais tem os seguintes objetivos:

- dar informação tecnológica para os historiadores de arte e arqueólogos para datação, para classificação e para atribuição de autores;
- identificar as técnicas originais e acréscimos;
- reconhecer os processos de deterioração, que são intimamente ligados aos materiais e técnicas originais;
- adequar o tratamento de conservação às características dos materiais originais.

A COLETA DE DADOS começa com o exame da obra no local (com luz rasante, luz ultravioleta e registro fotográfico não destrutivo - sem excesso de *flashes*). O passo seguinte é o reconhecimento dos materiais através de análises de laboratórios. As amostras devem ser recolhidas de locais pouco importante para o conjunto estético.

APENAS AMOSTRAS que objetivam endossar uma hipótese ou esclarecer dúvidas são úteis. Análises científicas que não procedem de uma observação cuidadosa do local são difíceis de serem interpretadas. É impossível compreender a técnica pictórica somente através do exame de amostras.

A PESQUISA HISTÓRICA deve ser direcionada para fornecer dados com relação a:

- o monumento e a pintura,
- estudos científicos realizados em casos semelhantes e no específico,
- técnicas construtivas tradicionais.

Os seguintes itens devem ser examinados:

MURO	técnicas construtivas originais materiais de construção acrécimos estruturais e/ou modificações outras características relevantes
ARGAMASSA	quantidade e espessura das camadas composição de cada uma (ligantes, agregados, reforços, aditivos) textura superficial e outras características (marcas de instrumentos) técnica de aplicação outras características
ESBOÇOS	linhas construtivas partes decorativas e/ou figurativas

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PINTURA	técnica elenco de cores características da pintura cronologia da aplicação características estilísticas materiais especiais acrêscimos tratamento superficial outras características
---------	--

AS ANÁLISES DE LABORATÓRIO que identificam os materiais podem ser mais ou menos sofisticadas, conseqüentemente mais ou menos custosas.

A MICROSCOPIA E MICRO QUÍMICA é utilizada em argamassas através das seguintes amostras e testes:

- seção transversal polida: identificação microscópica (em luz refletida) de superposição de camadas e primeiro exame visual dos componentes;
- seção delgada estratigráfica: identificação mineralógica (em luz transmitida) de componentes inorgânicos, de acordo com seu comportamento ótico, análise da relação agregante/agregado, propriedades estruturais, porosidade, etc.,
- *stain tests*³⁶: identificação da natureza e distribuição de aditivos orgânicos nas seções transversais polidas,
- análise de argamassa: determinação da proporção do ligante/agregado em argamassas de cal.

AINDA a microscopia e análises micro químicas são utilizadas para estudo da camada pictórica da seguinte maneira:

- seção transversal polida: identificação da estratigrafia da argamassa/pintura e materiais superficiais estranhos (retoques, re-pinturas, camadas protetoras),
- seção delgada estratigráfica: identificação mineralógica do pigmento e outros componentes mineralógicos,
- microscopia: identificação dos pigmentos sob microscópio mineralógico, de acordo com comportamento ótico,
- *spot test*³⁷ para pigmentos: análise quantitativa de pigmentos inorgânicos com reagentes químicos apropriados,
- *stain test*: identificação da natureza e distribuição de ligantes orgânicos e seção transversal,
- spot test para ligantes orgânicos: análise quantitativa de ligantes orgânicos, usando reagentes químicos apropriados (somente um grupo maior como proteínas, lipídios e polissacarídeos podem ser distinguidos).

ANÁLISES COM INSTRUMENTOS são utilizadas para as argamassas, tais como:

³⁶ teste de mancha

³⁷ teste de marca

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- microscópio eletrônico de varredura: investigação direta visual de micro amostras, mesmo aquelas com superfície irregular, porque tem alta resolução e grande profundidade de campo. Se o equipamento possui EDS (sistema de energia dispersiva) ou WDS (sistema de ondas dispersivo), os elementos que compõem o material podem ser analisados simultaneamente, e sua posição topográfica pode ser determinada,
- fluorescência de raios X: análise qualitativa e semi-quantitativa dos elementos que compõem o material,
- difração de raios X: análise de substâncias cristalinas. Usado principalmente para análises qualitativas e semi quantitativas de argamassas e qualitativa para pigmentos inorgânicos e misturas de pigmentos,
- cromatografia de camada fina: análise qualitativa de compostos orgânicos,
- espectroscopia infra vermelha: análises quantitativas e qualitativas de componentes orgânicos, provém informação sobre a natureza das moléculas.

DOCUMENTAÇÃO

O OBJETIVO DA DOCUMENTAÇÃO é fornecer um relatório detalhado dos resultados dos exames, das técnicas utilizadas na pintura mural e os procedimentos empregados na conservação. Tudo que for considerado essencial ou significativo com relação a aspectos históricos, arqueológicos e técnicos deve ser anotado, como as causas diagnosticadas de deterioração e os tratamentos.

O capítulo de estudo tecnológico menciona diversos componentes que devem ser explicitados na documentação. Certamente o restaurador tem diversas atribuições, mas o registro das operações executadas é indispensável para um bom resultado.

Obs.: a documentação é indispensável para a conservação e restauro de qualquer tipo de obra de arte ou bem histórico.

AS FOTOGRAFIAS feitas no local devem demonstrar a evolução do trabalho. Quando são feitas por um fotógrafo profissional, a direção do trabalho é do restaurador responsável. Embora a fotografia possa ser bastante abrangente com vários tipos de iluminação, sensibilidade dos filmes, diferentes ângulos, UV, IR, etc.) não suplantará a necessidade de desenhos que identificarão de forma simplificada todos os processos do trabalho.

A fotogrametria³⁸, técnica de registro precisa, tem sido cada vez mais usada no campo da conservação. É útil para a pintura mural por exemplo quando verifica-se movimentos na edificação, ou para se determinar o estado preciso para restabelecer pinturas depois de transferências de suporte.

³⁸ Técnica de determinação das curvas de nível por meio de pares de fotografias tiradas simultaneamente por duas câmaras mantidas a distância constante uma da outra.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A LOCAÇÃO da pintura mural e sua relação com a arquitetura requerem normalmente plantas, cortes e elevações da edificação. Normalmente se utiliza a escala 1:20. É necessário estabelecer um sistema de símbolos, fácil de ser executado a mão livre no local pelo restaurador, preferentemente em branco e preto. Transparências sobre fotografias podem ser usadas para detalhes ou para um plano geral.

O MONITORAMENTO, por exemplo de umidade, pode ser registrado em desenhos e facilita a identificação do movimento da água e as interpretações das possíveis causas. Ainda no âmbito do monitoramento, o registro fotográfico periódico de processos lentos de deterioração é um método comparativo eficiente para conhecer melhor a evolução do degrado. Para se obter imagens comparáveis elas devem ser feitas com rigor científico, ou seja, com a mesma câmera, mesma lente e filme e mesmas condições de trabalho (iluminação, posição da câmera e das luzes, tempo de exposição, abertura do diafragma, etc.).

LIMPEZA E DESINFESTAÇÃO

COMO A CONSERVAÇÃO da pintura mural é afetada por diversos fatores já mencionados neste livro para a conservação de pedra e muros, sugerimos que para melhor compreensão deste tópico já tenham sido lidos os capítulos referentes a conservação e restauro de pedras: deterioração de pedras, avaliação do estado de conservação, água e sais e ataque biológico.

DIANTE DE UM ENFOQUE CRÍTICO, a remoção de materiais não originais não restaura uma obra de arte ao seu estado original, simplesmente revela seu estado presente.

A PÁTINA é um efeito normal do tempo. Esta noção de normalidade também deriva de uma interpretação crítica, e não somente científica. Sempre implica em um julgamento estético. Uma certa continuidade é inevitavelmente estabelecida entre a superfície suja e a pátina incorporada ao material original. Portanto, a limpeza deve agir somente até onde não ocasione danos à superfície original. Mesmo partes cobertas do original, como retoques antigos, só devem ser removidos depois de um exame crítico. Deve-se evitar a mutilação da imagem.

O ENFOQUE TÉCNICO estipula que operações de limpeza são feitas após se conhecer a técnica da pintura e a superfície deve ser testada. Muitas vezes a camada pictórica está em processo de descolamento e antes de se proceder com a limpeza é necessária uma pré-consolidação.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

OS PRINCIPAIS MATERIAIS encontrados nas superfícies de pinturas murais são:

- poeira atmosférica de vários tipos,
- material gorduroso ou resíduos de óleos utilizados para reavivar as cores ou os retoques,
- cera,
- vernizes resinosos, fixativos, ou goma laca,
- proteínas, cola animal, leite (caseína), ovo,
- estranhos depósitos orgânicos,
- eflorescências salinas,
- incrustações de terra, solo,
- pinturas a cal,
- agentes biológicos,
- papel de parede.

OS MÉTODOS MECÂNICOS DE REMOÇÃO mais comuns são: o uso de bisturi, massas abrasivas, jateamento com diferentes tipos de pós e granulações, instrumentos elétricos dirigíveis com pontas de diferentes tipos, borracha branca, miolo de pão, equipamentos ultrassônicos, laser, etc..

EMBORA ALGUMAS VEZES INDISPENSÁVEL a limpeza mecânica deveria ser evitada porque sempre há o risco de danificar a camada pictórica, ou alterar a condição da superfície. Também pode-se dizer que todos os solventes, a parte de sua ação química, agem mecanicamente quando aplicados esfregando com algo como o *swab*³⁹.

SOLVENTES são substâncias capazes de transformar certos sólidos em completas soluções ou até um estágio anterior de gel ou inchamento. Um solvente dissolve quando as moléculas do líquido são capazes de se inserir entre as moléculas do sólido e quebrar suas relações intermoleculares.

HÁ VANTAGENS NA MISTURA de solventes:

- combinação de diferentes características,
- normalmente a camada a ser eliminada tem uma composição complexa, necessitando de uma ação diversificada do solvente,
- misturas facilitam a diluição, o controle de toxicidade e a tendência a inflamabilidade,

SUBSTÂNCIAS ABSORVENTES são usadas para controlar o limite de penetração do solvente, quando este deve ficar um certo tempo em contato com a superfície sem evaporar. Metil celulose e polpa de celulose são gels orgânicos utilizados com este fim. Outros absorventes são argilas: caolin, sepiolite, atapulgite, bentonita, o papel japonês e o tradicional esterato de amônia.

OS AGENTES QUÍMICOS quebram as relações primárias dos sólidos, permitindo a sua remoção. São soluções de ácidos e bases. Bases hidrolizam materiais gordurosos. Somente bases fracas (amônia, aminos e

³⁹ termo inglês usado em restauração para uma haste com algodão na ponta.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

piridinos) são utilizáveis porque são voláteis. Sem adição de água, agem somente como solventes. Os ácidos hidrolizam proteínas presentes nas colas e nos ovos. Mesmo ácidos fracos (como ácido acético, ácido fórmico ou carbônico) devem ser usados em casos especiais. Em teoria, um ácido pode ser neutralizado por uma base e vice-versa. Em prática, porém, nunca é possível estar certo de que atingimos a neutralidade.

DETERGENTES OU SURFACTANTES são longas cadeias de carboidratos, nas quais grupo polares são atraídos. Solúveis em água e óleo, são absorvidos pelas interfaces resultando numa diminuição da tensão facial. Existem 3 tipos: catiônicos, aniônicos e não iônicos. Estes últimos são mais indicados por não reagirem com o substrato e também molham melhor a superfície. Depois da aplicação deve-se lavar bem a superfície com água.

AGENTES BIOLÓGICOS, geralmente chamados de enzimas, são catalizadores de proteínas e sua ação é específica.

A LIMPEZA TEM SUAS LIMITAÇÕES. Não é uma ação meramente técnica. O método de aplicação é fundamental. Outro fator essencial é o controle do procedimento de acordo com contínuas interpretações críticas sob o aspecto do material e sua apresentação estética.

Em boas condições, afrescos são resistentes a água, a solventes, bases fracas e detergentes suaves. Porém a cal e um certo número de pigmentos são afetados por ácidos.

TÊMPERAS, ÓLEOS E COLAS têm boa resistência a solventes orgânicos, mas colas e têmperas podem ser facilmente amolecidos com água.

Algumas vezes a água pode ser utilizada através do papel japonês na superfície. Óleos são saponificados por bases⁴⁰ e resinas são dissolvidas por solventes. Bases devem ser utilizadas com atenção aos pigmentos a elas sensíveis, por exemplo pigmentos de cobre. A seleção dos agentes de limpeza deve ser feita de acordo com o material a ser removido:

- poeira leve - depois de saber se a aderência da camada pictórica é boa, pode-se usar pincéis macios, aspiradores de pó ou compressas úmidas de algodão,
- poeira gordurosa (de chaminés, lâmpadas, velas, etc.) - aplicação de bases suaves com amônia diluída de 5 a 20 %, por exemplo, aplicação a pincel ou *swab* sem fricção prolongada e restrito à área danificada. pode-se também usar compressas para não haver maiores danos mecânicos,
- poeira endurecida por carbonatação - o tratamento habitual é com abrasivos que não deixam resíduos orgânicos ou utilizando-se a mistura de solventes AB57⁴¹, especialmente feita para incrustações inorgânicas,
- materiais gordurosos (marcas de dedos ou materiais oleosos aplicados para avivar as cores) - podem ser usadas misturas alcalinas (o mesmo que misturas básicas),
- ceras - removíveis com *white spirit* ou clorato de carbono, o tricloroetano é o menos tóxico. Detergentes emulsificantes, como a trietanolamina, podem

⁴⁰ bases são substâncias com pH acima de 7, ácidos têm pH abaixo de 7.

⁴¹ ver composição no capítulo de limpeza de pedra.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ser removidos com longa rinsagem. O uso de lâmpadas infravermelhas também contribui para a remoção,

- resinas e goma laca - utiliza-se solventes orgânicos, a goma laca é uma resina de origem animal e tende a escurecer e tornar-se insolúvel com o tempo,
- proteínas (cola de animal e caseína) - quando pura e inalterada, pode ser removida com água morna. Quando tratada com formalin ou envelhecida, deve-se adicionar pequenas quantidades de ácido acético ou fórmico,
- goma arábica - solúvel em água,
- depósitos orgânicos - remoção mecânica e após tratamento com solução de amônia de 10 a 20%,
- eflorescências salinas e outros depósitos inorgânicos - a cristalização de sais pode dar-se na superfície ou em profundidade. Os principais sais solúveis são: sulfatos de sódio, de potássio, de magnésio e de cálcio, e cloreto de sódio. Principais sais insolúveis: carbonato de cálcio e dióxido de silício. Se os sais têm forma de filamentos ou pós brancos podem ser removidos com pincel macio. Se aparecem em forma de filme o tratamento varia quanto à solubilidade. Sais solúveis podem ser extraídos com compressas de água, caso a pintura resista à ação da água. Caso contrário devem ser usados solventes específicos (etanol, metanol, glicerina, éter, acetona, acetato de amila e glicol),
- leite de cal - muitas vezes removível mecanicamente, ou também com AB57,
- desinfestação - limpeza com água utilizando-se fungicidas (ver capítulo sobre biodeterioração). A prevenção e a cura necessita de um tratamento físico de controle ambiental. A esterilização química não é suficiente se as condições ambientais se mantêm. Para remoção de musgos e líquens deve-se tratar o substrato onde vivem com solução de 2% de silicofluorido de sódio e 1,5% de clorido de zinco ou clorido de magnésio. Algas e fungos são removidos com fungicidas, tais como formalin, pentaclorofenol e ortofenilfenol em solução de 2% e aplicados a pincel. Atenção a pigmentos de cobre que são sensíveis a estes compostos. Raios gama são melhores para objetos.

CONSOLIDAÇÃO da pintura mural

PROBLEMAS COMUNS na pintura mural são: falta de adesão da camada pictórica ao substrato, desintegração da camada pictórica podendo chegar à pulvulência, falta de coesão das argamassas e o destacamento de camadas preparatórias de argamassa de seu suporte.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PARA A READESÃO das camadas preparatórias e pictórica temos os seguintes materiais modernos:

- emulsões de resinas sintéticas - longa cadeia termo-plástica de polímeros dispersos em água com adição de estabilizadores, fluidificantes e plastificantes. Emulsões acrílicas são consideradas mais estáveis do que emulsões de acetatos de polivinil.

O PRODUTO COMERCIAL PRIMAL AC33 é uma emulsão acrílica bastante usada e testada. Contém 45% de material sólido (resina). A emulsão é diluída em água, normalmente usada em 2 diluições com viscosidades diferentes. A primeira, muito líquida (cerca 5 a 10 %), é injetada para restabelecer a coesão das interfaces a serem aderidas. A segunda mais densa (cerca de 20% a 50%) é injetada com um filme viscoso entre as interfaces. Podem ser adicionadas substâncias como carbonato de cálcio em pó ou micro sílica se temos maiores espaços a serem preenchidos e não necessita-se de fluidez. Esta adição alonga o tempo de endurecimento, o que ajuda na remoção de resíduos.

Vantagens - bom poder de adesão mesmo em soluções pouco concentradas, perfeito endurecimento em condições úmidas ou secas, boa fluidez e difusão.

Desvantagens - não é permeável ao vapor da água, pouca resistência a umidade e a alcalinidade. Amarela, o que não é um problema se o material não ficar na superfície.

- argamassas líquidas - mistura de cal hidráulica com materiais hidráulicos (pó de tijolo, saibro e aditivos). Preparação:

1 vol. de cal hidráulica
1 a 2 vol. de material hidráulico
10% da cal de PRIMAL AC33
1% da cal de gluconato de sódio
2 a 9 vol. de água

A ADIÇÃO de mais material hidráulico aumenta a resistência mecânica, que deve ser previamente testada. Este material deve ser peneirado e ter granulometria entre 75 e 150 microns. O Primal AC33 age como colóide protetivo retendo a água por mais tempo, o que é bom para o endurecimento. O gluconato de sódio é um fluidificante, fazendo com que seja necessário menor quantidade de água na mistura e consequentemente diminui o trincamento (aparecimento de rachaduras). Também retarda o endurecimento.

A MASSA DEVE SER UTILIZADA depois de 30 minutos de pronta. A superfície é banhada abundantemente com água e álcool (1:1). Em seguida, é aconselhável fazer injeções de Primal (5 a 10%) para restabelecer a coesão das interfaces.

Vantagens - perfeito secamento em condições úmidas, grande afinidade física e química com argamassas de cal, material inorgânico estável e permeável ao vapor da água.

Desvantagens - é necessário banhar excessivamente em condições secas. Normalmente pequenos vazios não são preenchidos.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

UM MINERAL EXPANSIVO é utilizado para adesão de camadas de argamassa. Baseia-se no princípio de se injetar uma massa parecida com a original com a adição de alumínio (0,2 a 0,3%) para produção de gás durante o secamento da massa que preenche todo o espaço vazio com porosidade um pouco superior que a argamassa original. Não há efeitos em materiais vizinhos.

PARA A CONSOLIDAÇÃO da pintura mural, veremos as características de materiais tradicionais e modernos.

A ÁGUA DE CAL é o líquido que fica sobre a pasta de cal hidratada. É aplicada a pincel. Tem baixa concentração e excesso de água.

SILICATOS ALCALINOS têm a possibilidade de provocar sais solúveis perigosos como produtos secundários.

SÍLICATOS DE ETÍL (inorgânicos) são usados para consolidação de pedras, tijolos, estrutura de terra e argamassas. A reação básica é de hidrólise e a sílica é formada por condensação e polimerização. Os produtos no mercado são dissolvidos e contêm catalizadores. A aplicação é feita diretamente com pincel e repetidamente, ou com emplastos, caso haja pequena porosidade.

Vantagens - boa penetração, formação de sílica estável, diminui pouco a porosidade e não muda características hidrófilas do material.

Desvantagens - é caro. A efetiva consolidação ocorre depois de um mês. Neste período a superfície deve ser protegida da água. O endurecimento é muito sensível a mudanças de temperatura e umidade relativa do ar. As condições ótimas são 20°C e U.R. 60%. Mais utilizados em afrescos.

ATENÇÃO para não usar silicatos de metil que são muito tóxicos.

O HIDRÓXIDO DE BÁRIO é de difícil aplicação. Também é extremamente sensível às condições ambientais e é incompatível com a presença de nitratos, com excessiva presença de água e pigmentos à base de cobre. Apesar de realizar uma consolidação bastante compatível com o substrato de base de carbonato de cálcio, há também o perigo de se formar uma película branca à superfície muito difícil de ser removida.

A CLARA DE OVO E A CASEÍNA têm tendência a formar um filme que se contrai com o tempo, além do risco de ataque biológico em condições úmidas.

COLAS ANIMAIS também têm tendência a contração além do escurecimento. Penetram pouco no substrato e formam filme com risco de ataque biológico em presença de umidade.

COLAS NATURAIS (orgânicas) são muito sensíveis à umidade, há o risco de ataque biológico e amarelamento.

A CERA DE ABELHA E A PARAFINA (orgânicas) têm pequena penetração. Formam superfícies acetinadas e tornam-se pegajosas com o aumento da

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

temperatura, assim coletando poeira. Veda a superfície de materiais porosos, que se tornam impermeáveis.

A GOMA LACA tem boa penetração e bom poder de adesão em baixas concentrações, mas amarela e torna-se insolúvel como tempo.

DAS RESINAS ACRÍLICAS (orgânicos sintéticos), a mais testada é o Paraloid B72, um copolímero de metil acrilato e etil-metilacrilato. O nome nos Estados Unidos é Acryloide B72. Esta resina é usada em restauração desde 1965. A aplicação é feita a pincel ou *spray*, com concentrações de 2 a 5 %. Os solventes são xilol, toluol, tricloroetano ou acetona, dependendo da necessidade. Deve-se fazer atenção à evaporação para não se trazer o Paraloid de volta à superfície. O novo tipo (depois de 1970) também é dissolvido em álcool etílico.

Numerosos testes de envelhecimento foram feitos e não mostra tendência a amarelar ou fazer ligações moleculares cruzadas, o que daria a característica de insolubilidade. São ainda reversíveis por acetona e xilol. É possível a consolidação em presença de umidade e tem boa aplicação e penetração.

AS DESVANTAGENS referem-se à introdução de um material estranho na estrutura porosa, ao risco de brilho, e à impermeabiliza a superfície se for aplicado em concentrações mais altas, ou com repetida evaporação. Tem tendência a se decompor no exterior.

CAMADAS PROTETIVAS IMPERMEABILIZANTES (de silanos, siloxanos, resinas de silicone e cera microcristalina) não são muito comuns sobre pintura mural. São mais utilizadas para pedra. Teoricamente seriam eficientes para fachadas externas expostas à chuva. São menos indicadas para proteção de materiais mais porosos como argamassa. Há possibilidade de alguma infiltração interna destacar a camada tratada. Melhor seria o uso de proteção indireta, por exemplo telhados, com maiores beirais.

TRATAMENTO ESTÉTICO

O TRATAMENTO DE PERDAS ou de áreas degradadas na pintura mural deve ter critérios semelhantes a outras obras de arte, onde considerações de ordem estéticas e históricas são analisadas em conjunto. Os princípios fundamentais formulados por Cesari Brandi devem direcionar as escolhas.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A APRESENTAÇÃO ESTÉTICA pode ser abordada de acordo com uma classificação das lacunas e sua reintegração pictórica. As soluções aqui propostas foram adotadas por diversos restauradores e pelo ICR⁴².

O DESGASTE DA PÁTINA causa falta de uniformidade da camada pictórica devido a branqueamentos ou leves abrasões, ou outros danos químicos e mecânicos. A reintegração feita através de veladuras cinzas normalmente obtém um resultado de vibração homogênea.

O DESGASTE DA CAMADA PICTÓRICA devido à abrasão ou erosão reduzem a sua espessura e conseqüentemente leva à modificação de valores cromáticos. A reintegração deve ser feita da mesma maneira do desgaste exclusivo da pátina.

A LACUNA NA CAMADA PICTÓRICA é a sua perda total, descobrindo a camada preparatória. A reintegração pode ser feita de duas formas:

- a técnica chamada de 'água suja' - trata-se da reintegração com aquarela cinza para diminuir o contraste entre a camada pictórica e a cor da camada preparatória. Somente diferentes tonalidades de claro e escuro de cinza são usadas,
- a reintegração com tons mais fracos - também com aquarela, buscando tons mais claros do que aquele do entorno da lacuna. A tonalidade deve ser menos saturada (mais cinza) do que o original, para chamar menos atenção. Frequentemente as áreas abrasadas da mesma cor são um bom referencial.

A LACUNA PROFUNDA é perda total ou parcial das camadas preparatórias. Pode ser de dois tipos:

- reconstituível - são aquelas que possibilitam a reconstrução da figura com absoluta certeza. Deve ser invisível a uma distância normal, mas reconhecível de perto. Muitas técnicas são utilizadas, a mais comum é o tracejado⁴³.
- não reconstituível - são aquelas grandes ou aquelas que não se pode saber como era a figura. Deve-se preencher as camadas preparatórias, deixando-as levemente abaixo na superfície original. As cores e texturas deste complemento devem ser próximas da preparação original. Mesmo lacunas reconstruíveis podem ser tratadas desta forma. o conceito básico é sempre o de mínima intervenção.

FISSURAS E RACHADURAS são descontinuidades no material, com ou sem deslocamento dos lados. Somente as muito grandes devem ser reintegradas. São alterações naturais que devem ser preservadas.

As pinturas murais internas podem ser retocadas com aquarela. O ligante goma arábica é estável e removível. Para pinturas externas recomenda-se o uso da resina Paraloid B72. 12 pigmentos foram selecionados pela sua estabilidade:

⁴² Instituto Central de Restauro, de Roma.

⁴³ ver reintegração ou retoque de pintura sobre tela.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- cores brilhantes - vermelho de cádmio, viridiano, azul ultramarino e negro de marfim,
- tons terra - vermelho inglês, vermelho indiano, terra verde, amarelo ocre, siena, siena queimado, sombra e sombra queimada.

OS COMPLEMENTOS DE ARGAMASSA devem ser sempre feitos contendo os mesmos materiais da camada preparatória. É recomendável repetir diversas camadas, caso a lacuna seja profunda. Sua resistência mecânica deve ser menor do que a original para que eventuais danos ocorram preferentemente neste local. Deve imitar a textura original e não devem cobrir as bordas da pintura original. Normalmente uma argamassa mais fina é feita para a área de contato com a pintura original. O preenchimento das bordas deve ter ângulo de 90° com a superfície.

BIBLIOGRAFIA - CONSERVAÇÃO E RESTAURO DA PINTURA MURAL

ARNOLD, A., ZEHNDER, K. *Monitoring wall paintings affected by soluble salts*. Ed. Sharon Cather Simpósio organizado pelo Courtauld Institute of Art e Getty Conservation Institute, Londres 1987, 103-133p.

CONSERVATION UNIT *An introduction to materials*. Science for Conservators vol. 1 Ed. Routledge e Conservation Unit Museums and Galleries Commission, Londres e Nova York 1982, 120p.

FERRAGNI, D. E AL. *Injection Grouting of Mural Paintings and Mosaic*. IIC Preprints of the Contribution to the Paris Congress - Adesivos e Consolidantes, Londres 1984. 109-116p.

LAZZARINI, L. *Mineral Binders*. Lecture Notes, ICCROM / UNESCO Mural Painting Conservation Course, Roma 1994, 4p.

MALLIET, J. *Mortars and injection grouts for conservation*. Lecture Notes, Mural Painting Conservation Course, ICCROM / UNESCO, Roma 1994, p.25-48.

MORA, P., MORA, L. E PHILIPPOT, P. *Conservation of wall paintings*. Ed. Butterworths, Londres 1984, 494p.

TABASSO, M. *Colour Theory and Characteristics of Pigments*. Lecture Notes, ICCROM / UNESCO Mural Conservation Course, Roma 1994, 8p.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PARTE 3 – PINTURA SOBRE TELA

MATERIAIS E UTENSÍLIOS

A PINTURA é composta de pigmentos em suspensão, ou em emulsão⁴⁴, dentro de um ligante. Os pigmentos (pós coloridos) podem ser de origem animal, vegetal, mineral ou resultado de combinações químicas.

O USO DO ÓLEO como ligante para pintura é conhecido desde o início do século XV. Nenhum ligante é visível ou reconhecível a olho nu, portanto para o restauro de obras pictóricas são necessários testes ou análises para sua determinação.

A ESTRATIGRAFIA de uma camada pictórica pode ser esquematizada da seguinte forma:

- suporte (tela ou madeira ou outro material)
- camada de resina transparente
- base preparatória com pigmentos, normalmente brancos; hoje são usadas emulsões acrílicas e vinílicas, as antigas eram feitas com cola de origem animal
- esboço;
- pintura dos 'fundos';
- pintura mais espessa das 'figuras';
- veladuras (camada rica em ligante e mais transparente);
- verniz.

NO INÍCIO DO SÉCULO XX apareceram as pinturas acrílicas e vinílicas⁴⁵.

AS TINTAS normalmente utilizadas para o retoque de restauração podem ser feitas a partir da pigmentação da resina acrílica de nome comercial Paraloid B72, a qual mencionaremos posteriormente, ou com produtos da marca *Maimeri* - linha *Restauro*, que criou uma tinta removível em solventes orgânicos derivados do petróleo.

AS CORES das tintas *Maimeri Restauro* que são utilizadas para a restauração são:

- branco de titânio
- azul cerúleo, azul ultramar

⁴⁴ líquido que possui um componente específico para fazê-lo solúvel em água.

⁴⁵ resinas acrílicas e vinílicas são sintéticas.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- amarelo cádmio (claro e Nápoles)
- ocre amarelo
- laca vermelha escura;
- vermelho cádmio (médio e laranja);
- marrom transparente, marrom Van Dyck;
- terra de Cassel,

ESSAS CORES são suficientes para obter outros tons intermediários através de misturas, além do preto.

OS PINCÉIS são inúmeros e sua escolha terá 2 princípios básicos: a qualidade e o material.

PARA RETOQUES, os pincéis devem ser macios, do tipo pelo de marta, que não deixam marcas. A numeração vai do 000 (triplo zero) ao nº 2. A limpeza dos apetrechos garante sua durabilidade. De uma forma geral, usa-se o solvente adequado ao material que está sendo aplicado e depois lava-se com são neutro. Para a secagem dos pincéis é aconselhável deixá-los na posição vertical com as cerdas para baixo.

PARA APLICAÇÃO DE VERNIZ, são utilizados pincéis largos e chatos de pelo de porco. Sua numeração mais usual vai de 40 a 60. O método de limpeza é o mesmo dos anteriores, devendo-se ter o cuidado de examiná-los para que não soltem pelos na hora da aplicação do verniz.

Os vernizes também são aplicados com aerógrafo ou pistola.

PARA O NIVELAMENTO da superfície, o objetivo é a imitação do volume da tinta, portanto o formato do pincel varia de acordo com a pintura original. Também são usadas espátulas, lixas ou mesmo *swab*⁴⁶.

AS ESPÁTULAS melhores são as inoxidáveis. Diferente daquelas utilizadas pelo artista, a espátula do restaurador deverá ser mais precisa. A lâmina normalmente é pequena e sua maleabilidade também menor. As extremidades devem ser algumas redondas e outras pontiagudas. A curvatura entre o cabo e a lâmina facilita o manuseio.

O FERRO DE FIXAÇÃO é utilizado para fixação de para fixação de craquelês⁴⁷. Tem ajuste de temperatura.

AS PALETAS são em madeira ou plástico. As de madeira são mais resistentes aos solventes. Dois recipientes são fixados à palheta (*godets*), preferivelmente com tampa, um para o solvente e o outro para o diluente.

O PAPEL de seda é utilizado para evitar o contato direto do ferro de fixação e a obra. Também é possível sua remoção após dias de uso, sem prejuízo

⁴⁶ *swab* é uma termo inglês usado para uma haste (normalmente palito de churrasco com arestas) com uma ponta de algodão.

⁴⁷ craquelê é o aportuguesamento do francês *craquelure*, que significa o aspecto quebradiço da camada pictórica, com fissuras.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

ao trabalho. O papel da marca *Melinex* é tipo selofane, não gruda e resiste ao calor e ao estiramento. O papel siliconado em ambos os lados também é indicado para este uso.

OS DILUENTES são adicionados à tinta de retoque para que ela tenha a consistência desejada. A resina Paraloide B72 (ver capítulo de resinas em restauro de pedra) é solúvel em diacetona álcool, em acetona, em toluol (ou tolueno) e em xilol. Tem sido utilizado desde a década de 1960 e não amarela. Sua estabilidade é estimada em 200 anos quando não exposto à luz solar e é utilizado pela maioria dos restauradores.

A PREPARAÇÃO do diluente deverá ser feita com pelo menos 1 dia de antecedência ao uso. O Paraloide B72 é comercializado em forma de pérolas com aproximadamente 5 mm de diâmetro. Uma proporção padrão de resina/solvente de aproximadamente 10% é feita colocando-se 1/10 de litro de Paraloide B72 em 1 litro do solvente escolhido. Se temos um recipiente de boca larga e tampa, coloca-se a resina ainda em consistência de pérolas envolvida em uma gaze, que é deixada flutuando dentro do solvente para que não haja depósitos no fundo. Após 24 horas a resina se dissolveu e a gaze é retirada da solução. Se o uso da gaze não é possível, o recipiente deverá ser girado de tempo em tempo a fim de que a dissolução seja homogênea. Deve-se ter uma segunda diluição da resina ainda mais fina para ajuste de viscosidade, de acordo com a necessidade do trabalho.

OS SOLVENTES são líquidos voláteis e orgânicos, capazes de converter um composto orgânico em solução, sem alterar sua composição química. Os compostos orgânicos são normalmente coloides, óleos, ceras, resinas, gomas ou derivados de celulose. Sua utilização é constante no restauro e devem ser manuseados com cuidado.

Alguns exemplos de solventes e seu uso são mencionados a seguir:

- 1 nafta - limpeza superficial
- 2 xileno (ou xilol) - limpeza superficial
- 3 tolueno (ou toluol) 50% + isopropanol 50% - remoção de vernizes resinosos
- 4 tricloroetileno - remoção de cera
- 5 acetona 50% + terebentina 50% - remoção de vernizes
- 6 álcool - remoção de vernizes
- 7 amônia 25% + água 75% - remoção de gordura.

OBS. SE NÃO SABEMOS se a pintura é feita a óleo ou em acrílico é necessário que se faça um teste de solubilidade. Pinturas acrílicas são afetadas por acetona e pela mistura álcool + acetona (50 % de cada). O teste de solubilidade é imprescindível para não ocorrer em danos irreversíveis.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

O NAFTA, a aguarrás mineral e o *white spirit*⁴⁸ são utilizados como agentes neutralizantes destes solventes. O uso da terebentina para este fim é questionado devido ao seu longo período de sua evaporação.

OS VERNIZES são produtos que contém em solução coloidal matérias como a goma e resinas naturais ou sintéticas.

A CLASSIFICAÇÃO dos vernizes pode ser feita em 3 categorias:

- suaves: por exemplo, verniz damar dissolvido em solvente a frio, o mais comum a essência de terebentina;
- duros: por exemplo, resina de copal ou âmbar, diluídas em óleo;
- sintéticos: a base de resinas vinílicas ou acrílicas, solúveis em misturas de solventes.

Em certos vernizes são adicionadas substâncias para dar maior flexibilidade tais como óleo de rícino ou cera de abelhas, cera microcristalina, ou mesmo óleos secativos para aumentar a resistência.

A 2 UTILIZAÇÕES mais comuns são:

- verniz final: camada protetora transparente aplicada sobre a pintura depois de sua execução. Seus componentes devem ser solúveis prevendo casos de remoção com solventes fracos, para não agredir a camada pictórica;
- verniz isolante: separa a pintura original dos retoques feitos pelo restaurador, sua secagem rápida evita a penetração na camada pictórica original, o que dificulta a homogeneidade da aplicação.

A SECAGEM pode ser por processo físico (evaporação do diluente, restando somente o composto sólido) ou por processo químico (transformação molecular dos constituintes primitivos, como oxidação dos óleos secativos). Esses dois processos podem coexistir. Um verniz gorduroso primeiro volatiliza-se para depois oxidar seu óleo secativo.

AS COLAS ditas 'de pele' são fabricadas a partir de matérias orgânicas derivadas de peles, cartilagem, etc. A cola de pele de coelho é apresentada sob forma de grãos ou lascas. As lascas são normalmente mais puras. No Brasil, o uso deste material não era comum até pouco tempo.

AS CERAS são substâncias que podem ser fundidas. Sua vantagem é de não ser suscetível ao ataque de micro-organismos e insetos. Podem ser de origem vegetal, animal e mineral. São utilizadas na feitura de obturações⁴⁹, com adição de uma carga; também utilizadas para colocação de remendos em rasgos e como agentes de remoção de brilho, quando adicionadas a vernizes. Ceras mais utilizadas são a cera de abelha e a micro cristalina.

⁴⁸ mistura de aguarrás mineral com toluol ou xilol.

⁴⁹ termo utilizado para complementos que necessitam de volume para nivelamento superficial.

Comentado [CN1]: Se não se usa mais terebentina acho que não é legal ficar citando ela. Acho que nesse item sobre as categorias dos vernizes poderia falar apenas nas resinas, sem os solventes

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PARA A RESTAURAÇÃO NÃO SE PODE DISSOCIAR o suporte, a base e a pintura propriamente. Os três interagem. O exame preciso do suporte é uma etapa importante antes de se iniciar a restauração.

ATÉ O FINAL DO SÉCULO XV no sul da Europa e do século XVII no norte da Europa, o suporte mais comum era a madeira. A escolha do suporte também dá características estéticas. Para uma pintura bem lisa o suporte de madeira é mais indicado, pois a tela sempre mostrará sua trama.

Diferentes tipos de fibras constituem as telas:

- fibras naturais - vegetais (algodão, cânhamo, linho) e animais (lã e seda),
- fibras químicas - artificiais (compostos naturais + seda)
- fibras sintéticas - polímeros, Nylon, Tergal.

PARA QUE A TELA NÃO OXIDE com a pintura ela deve ser preparada com substâncias específicas que veremos a seguir. Este trabalho faz parte do entelamento, que deve ser feito com zelo para que a tela se modifique o mínimo possível.

O TECIDO É ESTENDIDO, depois escovado e lavado com água quente. Assim a tela se distende e será presa ao chassi ainda úmida. Repetindo-se a operação 2 ou 3 vezes haverá um alongamento de 5 a 10 %. Esta técnica elimina todo o amido contido nas fibras têxteis, em especial as colas vegetais.

AS TELAS SÃO ENTÃO PRESAS ao chassi, não devem ter nenhuma deformação e ter a aparência de um tambor. Mas esta tensão vai se modificar com o tempo, porque a matéria é muito sensível, sobretudo a madeira que sofre com variações de temperatura e umidade. Esta transformação do suporte, que ora se contrai, ora se dilata, é um fenômeno parcialmente reversível, se o chassi tem cravetas⁵⁰.

AS DEFORMAÇÕES podem ser pontuais. Frequentemente as telas são marcadas pela madeira do chassi. Esta transformação se deve ao fato de existir um micro clima diferente onde há o chassi e a tela do restante que está ao ar livre. Esta deformação pode ser permanente.

O LINHO atinge sua maior dilatação quando temos 65% de umidade relativa do ar, a 20° C. É o têxtil mais absorvente, mas o menos sujeito ao alongamento, e é o mais utilizado há séculos. Quanto ao algodão, seu uso é feito devido ao preço mais barato. É reconhecido por provocar craquelê⁵¹ característico ao longo das fibras.

⁵⁰ cravetas ou cunhas são pequenos pedaços de madeira encaixados nos encontros das madeiras do chassi que servem para tensionar a estrutura quando forçados para dentro do chassi.

⁵¹ craquelê é o aportuguesamento do francês *craquelure*, que refere-se ao aspecto quebradiço e com fissuras, que por vezes acontece com a camada pictórica.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

OS TECIDOS SINTÉTICOS são muito menos sensíveis à umidade e têm boa resistência ao envelhecimento. O poliéster (100%) é fixado termicamente e insensível às variações climáticas. Tem superfície regular sem grãos.

ANTES DA PREPARAÇÃO, normalmente branca, as telas recebem uma camada de cola, que serve como isolante. A encolagem era inicialmente a base de cola, portanto aquosa. Depois passou-se a ser usar uma base oleosa e hoje em dia é vinílica ou acrílica.

TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO: ANTIGAS E MODERNAS

A FINALIDADE da preparação do suporte é dupla: mecânica e ótica. Como a tela tem sua textura própria o preparo pode ser mais ou menos denso, dependendo da escolha por deixar ou não a textura aparente. Deve também absorver os movimentos do tecido sem rachar.

UM FUNDO BRANCO dá luminosidade à pintura, diferentemente de fundos em cor, que alteram os valores cromáticos. Algumas pinturas têm somente uma cola de preparo, que serve como isolante transparente.

UM PREPARO é normalmente composto por um ligante e uma carga. Este preparo servirá de separação entre a tela e a camada pictórica, evitando que esta oxide junto com a celulose da tela.

A PRIMEIRA CAMADA deverá ser bastante líquida para penetrar nas fibras e unir os espaços vazios entre elas. Hoje em dia não se utiliza mais a cola de pele como base. Este material foi utilizado até o século XVIII com bons resultados. Depois da industrialização a técnica era a mesma mas de qualidade inferior.

ALGUNS PINTORES escolhes preparos com cor. Na Itália foi utilizado o fundo *verdaccio*, que aceita bem um tom marrom para o esboço. As preparações são em cor até o século XVIII, quando então generaliza-se o uso do branco. Os impressionistas usam branco de zinco e no século XX adota-se bases brancas acrílicas e vinílicas.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

INDEPENDENTE DO MATERIAL usado, a técnica é a mesma. Deve-se aplicar a camada preparatória rapidamente, evitando-se repassadas. Provavelmente a parte onde a tela encontra o chassi ficará grudada. Deve ser descolada quando está meio seca, com o auxílio de uma espátula. A segunda camada é aplicada quando a primeira estiver totalmente seca. É feito um polimento com pedra pome ou lixa d'água, com cuidado para as fibras não parecerem.

Uma camada de preparo e duas de base costuma ser suficiente. Para a técnica da *marouflage* (tecido que será colado ao muro) é necessário apenas uma camada de preparo sobre o tecido grosso, que recebe a tela fina.

Resumindo,

PRIMEIRA CAMADA

função	proteção das fibras da tela
materiais	antigo - cola de caseína (base de leite)
	antigo - cola de gelatina: ossos, pele, peixes
	atual - emulsão acrílica
execução	antiga - aplicação a quente com espátula de madeira
	atual - aplicados industrialmente

PREPARO OPACO

função	camada principal entre o suporte e a pintura
	luminosidade, absorção, flexibilidade, envelhecimento
materiais	cola + carga (giz, gesso)
	óleo + carga (carbonato de chumbo)
	emulsões acrílicas e vinílicas
execução	aplicação a frio ou a quente
	polimento em função da aspereza desejada

PREPARO EM COR

função	idêntica da anterior com intenção estética diferente
materiais	acrécimo de uma carga e pigmento terra colorido, ocre-vermelho, marrom, verde, etc.
execução	idêntica

Solventes de preparação:

para caseína - solventes amoníacos

para gelatina - água

para acrílica - álcool + acetona (50% de cada)

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DA PINTURA EM TELA

A DEGRADAÇÃO DESTAS OBRAS não decorre unicamente pelo envelhecimento natural (uso, eflorescências salinas, amarelamento do verniz, etc.), mas também a outros fatores:

- uma técnica ruim - os produtos empregados, especialmente a partir do século XIX, da época industrial, são de qualidade medíocre;

- uma conservação defeituosa - os suportes mais comuns, a tela e a madeira, não são materiais inertes. São sensíveis a variações de temperatura e umidade, que produz uma oxidação das fibras de celulose. Não se deve, por exemplo, colocar plantas próximas a uma pintura. As variações de temperatura, mesmo em ambientes internos, também influenciam a conservação. Os raios ultra violeta são responsáveis pela ação foto-química corrosiva de fibras têxteis.

- acidentes de transporte - são responsáveis por boa parte do sustento dos restauradores.

RASGOS GRANDES vão necessitar de reentelamento. Este processo, assim com a remoção de um verniz, é muito delicado. Se não forem feitos corretamente podem danificar permanentemente a obra.

O RE-ENTELAMENTO pode ser feito de 3 maneiras:

Com cola animal: o mais comum, permite sucessivos reentelamentos com a mesma cola ou outros materiais. Não é utilizado no Brasil, produtos de origem orgânica têm maior tendência a sofrer com ataques biológicos em climas quentes e úmidos.

Com cera: mais usado para obras que têm problemas frequentes de umidade. Este método é irreversível e pode causar efeitos de escurecimento na pintura, se for de tons claros.

Com resina termoplástica: esta técnica é destinada às obras contemporâneas, seu objetivo é de não impregnar a obra original. Necessita de um aparato especial, a mesa térmica. Também é usada em obras antigas, mas alguns restauradores preferem os métodos tradicionais.

RASGOS DE ATÉ 5 CM são passíveis de serem consertados com uso de um pequeno pedaço de tecido. O tecido escolhido deve ter a mesma espessura do original, ou ser ligeiramente mais grosso. As bordas são desfiadas (1 cm) para não marcar na superfície da pintura.

SE A TELA FOI TAMBÉM DEFORMADA, antes de colar o tecido, deve-se deixá-la sob peso e sobre uma superfície bem lisa e recoberta por uma folha de papel por uma noite. O nivelamento da superfície facilitará os procedimentos seguintes. Pode-se deixar por mais tempo, ou umedecer levemente a superfície da tela. Este procedimento só é recomendável se a

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

camada pictórica tem boa aderência ao seu substrato, ou seja, não está quebradiça.

Com a superfície limpa do verso da tela, aplica-se cola, ou a cera diluída no local a receber o pequeno tecido e após a colocação deste, espalha-se o adesivo com movimentos do meio para as extremidades.

REFORÇAR AS BORDAS DAS TELAS é um procedimento usual para o seu restauro. As arestas são áreas mais frágeis e por vezes não suportam maiores tensões ao se prender novamente a tela ao chassi⁵². Os cantos são áreas também mais sujeitas a deformações. Podem ser aplicados reforços em tecido em todas as bordas e são fixados da mesma forma descrita para os rasgos menores.

Certamente a tela já foi tirada do chassi, nivelada com pesos e limpa, sobre uma superfície plana protegida com papel. Deixa-se secar por pelo menos 2 horas.

COLOCA-SE O CHASSI SOBRE A TELA e inicia-se a fixação com pregos de cobre, que não oxidam facilmente. Esta operação é feita primeiro prendendo as partes centrais dos 4 lados, iniciando-se pelos 2 lados maiores. É necessário dar tensão à tela e esta é puxada com auxílio de um alicate com cabeça larga. A sequência de fixação dos pregos acompanha a marcação inicial. Depois que os 4 meios são presos prende-se os dois lados do primeiro prego, depois os 2 lados do segundo e assim sucessivamente. Resumindo, a fixação é feita nos quatro lados em sequência, do centro para as bordas, de forma a evitar ondulações nos cantos. É comum ter que remover alguns pregos para dar maior tensão. Para facilitar esta operação os pregos devem deixar uma pequena folga entre a cabeça e o chassi entelado, para que sua remoção não provoque novos rasgos na tela.

DETERIORAÇÃO DA TELA

PARA SE FAZER UM DIGNÓSTICO correto das degradações sofridas é necessário compreender a estrutura da pintura como um organismo onde todas as partes se relacionam: o chassi, a tela, a base, o preparo e a camada pictórica.

Aparecendo rachaduras na pintura (ou craquelê), podemos ter duas causas:

⁵² normalmente é indispensável a remoção da tela do chassi para diversas etapas do restauro.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

- sobre os preparos a base de cola, que são os mais porosos, a pintura a óleo se destaca sutilmente de seu ligante devido à maior penetração deste último na preparação. Mas, se há uma grande porosidade do preparo, isto pode induzir a um secamento da camada pictórica e sua degradação por pulverulência.

- sobre uma preparação oleosa com carga de branco de chumbo, a aderência da pintura será mediana pela saturação do óleo na preparação; o óleo permanecerá em grande quantidade na pintura, o que conduz a um amarelamento maior, e sobretudo uma secagem defeituosa. Num trabalho feito com muita matéria, podem aparecer inchamentos, ocasionados pela falta de porosidade da preparação, e secamento diferenciado, mais rápido na parte mais superficial da camada pictórica.

Se o preparo da tela é feito quando esta já está presa ao chassi, e em algumas partes ficou colada à madeira, isto aparecerá na pintura, como marcas normalmente retangulares.

Se a preparação não é absorvente, a pintura vai aderir mal. Se ao contrário, é por demais absorvente, não somente induzirá ao secamento das cores, mas ainda ao óleo, ocasionando manchas. Nos dois casos, a substituição da tela e do preparo é uma operação muito delicada, na qual não nos deteremos.

OBTURAÇÃO (OU NIVELAMENTO)

DA QUALIDADE DA OBTURAÇÃO dependerá o retoque. Se a execução não é totalmente plana aparecerão saliências ou cavidades que não poderão ser escondidas no retoque ilusionista⁵³.

DIFERENTES PROBLEMAS podem acontecer com o preparo da pintura. Ele pode se tornar pulverulento ou craquelado, sendo necessária sua substituição total. Este processo delicado é feito com a colagem de um papel na superfície, a fim de que se possa retirar por trás da pintura o suporte e a preparação, para refazê-los por completo.

ESTA DESAGREGAÇÃO PODE SER PONTUAL e necessitar apenas de um complemento pequeno, executado após a fixação da camada pictórica.

Existem diferentes materiais para as obturações. Importante para a restauração é sempre trabalhar com materiais reversíveis⁵⁴. A obturação é feita de uma carga com um adesivo.

A OBTURAÇÃO DE CERA tem a vantagem da flexibilidade. É recomendado para painéis que se submetem ao trabalho da madeira. É manipulável a

⁵³ retoque ilusionista é aquele que imita perfeitamente a cor original.

⁵⁴ quando a reversibilidade é impossível, procura-se trabalhar com materiais e técnicas que aceitem tratamentos posteriores.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

quente e sua carga pode ser branca ou em cor. Não é necessária a adição de fungicida pois a cera não sofre com ataque biológico.

MATERIAIS SINTÉTICOS são vendidos no comércio já prontos e não há como saber sua durabilidade porque são recentes.

O NIVELAMENTO A CERA é feito com o ferro de fixação ou mantendo-a líquida, de preferência num recipiente em banho-maria. Deve-se aquecê-lo de modo que derreta a cera mas não muito quente para não queimar a tela, nem a pintura em volta. A aplicação é feita com uma espátula, que também é aquecida com o ferro antes de pegar a cera.

ESTA LIMPEZA pode ser feita de duas maneiras: uma química e outra mecânica. Se o excesso é grande, deve ser feito com bisturi. Os dois solventes que podem ser utilizados são a terebentina e o tricloroetileno. Este último pode danificar a pintura, portanto deve ser manipulado com muito cuidado. Seu neutralizante é o nafta, ou aguarrás mineral ou *white spirit*.

A QUALIDADE da obturação lisa pode ser verificada passando o dedo na superfície ou colocando uma luz rasante. Já a obturação que imita a textura da pintura, ou da tela quando aparente, tem outra metodologia de preparo.

Com o material fresco, pode-se utilizar um pincel seco semelhante ao da pintura original, tomando cuidado de mantê-lo sempre limpo. Quando aparece a trama da tela, deve-se procurar um tecido semelhante para aplicar sobre a obturação. A pedra de ágata é um bom instrumento para fazer esta pressão homogênea. Quando remove-se o tecido, atenção para não remover junto o complemento apenas aplicado.

Se o nivelamento liso é o necessário, muitas vezes faz-se uso de lixa d'água. Para que não haja arranhões em torno, deve-se aplicar um verniz na camada pictórica próxima à obturação antes de lixá-la.

TÉCNICAS ANTIGAS

UMA DAS PRIMEIRAS OBRAS que relata a técnica da pintura é a de Cennino Cennini, escrita em 1437, que relata os procedimentos dos antigos italianos. Depois, numerosas outras vão abordar o assunto, tanto com relação à técnica quanto à estética.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Aquela descrita por C.C. chama a pintura a seco de *têmpera*⁵⁵. *Têmpera* simples é normalmente feita com aglutinante a base de cola, onde utiliza-se a superposição de tons puros com tons mais claros ou escuros. A *têmpera* complexa é quase sempre a base de ovo, óleos ou resinas. A gema dá um caráter gorduroso e a clara (albumina) dá a transparência. Podem ser utilizadas em conjunto ou separadamente. Na maioria das vezes quando se utiliza o termo *têmpera* trata-se daquela feita com ovo.

Sua textura é lisa e os pigmentos são utilizados neste período são poucos:

para o azul - *lapis lazuli* (matéria vinda do Afeganistão e que é inalterável, aparece branca em presença de raios ultra vermelho por ter um componente vermelho que a faz ligeiramente violeta); *azurita* (é um carbonato de cobre, sendo um azul que tende ao verde e que envelhece mal, pois o ligante escurece transformando-se em sulfato de cobre);

para o verde - malaquita (carbonato de cobre mais hidratado que *azurita*), verde de cobre (se obtém mergulhando o cobre no vinagre, é um verde claro) e verde terra (que é uma argila colorida com óxido de ferro, do qual pode-se obter verde, amarelo e vermelho de acordo com a crescente oxidação);

para o vermelho - ocre vermelho (uma argila colorida com óxido de ferro), cinábrio (sulfato de mercúrio, é quimicamente próximo do vermelhão), mínio (óxido de chumbo) e laca vermelha (é um pigmento orgânico);

para o amarelo - amarelo ocre (argila colorida de óxido de ferro), amarelino (é um amarelo de chumbo e estanho);

para o branco - branco de chumbo (*biacca*⁵⁶) é um carbonato de chumbo;

para o preto - ossos calcinados.

A APLICAÇÃO DE FOLHAS DE OURO sobre um ligante (óleo-resinoso) começa no início do século XV.

A PINTURA DO SÉCULO XVI vai se diversificar com uso do pigmento esmalte para o azul e resinados de cobre para o verde. Mas a revolução é a utilização do óleo.

PARA A PINTURA DOS SÉCULOS XVII AO XX serão os ingleses e franceses que transformarão as técnicas.

ANÁLISES LABORATORIAIS mostram que no início do século XIX já 92 pigmentos são identificados. Alguns novos:

*stil-de-grain*⁵⁷ - cor amarela fixada com giz ou alumínio (tende ao marrom),

⁵⁵ a raiz etmológica da palavra vem do italiano *temperare*, misturar em proporção justa..

⁵⁶ termo italiano para o branco de chumbo.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

azul da Prússia ou de Berlim - descoberto em 1704, é um ferro-cianuro de ferro,

azul cobalto - óxido de cobalto sintético, realizado em 1802,

azul ultramar - criado em 1824, é um alumino-silicato de sódio,

o azul ftalociano - criado em 1936, é um azul orgânico,

verde - óxido de cromo criado em 1797,

verde esmeralda - criado em 1854,

verdes de arsênico - composto de arsênio e cobre,

vermelhos e amarelos - são produzidos através do cádmio em 1910.

A PINTURA ADQUIRE MAIOR ESPESSURA, não sendo somente o pincel utilizado para aplicação, mas também outros instrumentos, que hoje seriam como espátulas. Há maior transparência porque pode-se adicionar muito mais diluentes do que pigmentos.

DETERIORAÇÃO DA CAMADA PICTÓRICA

O CRAQUELÊ OCORRE EM TODAS AS CAMADAS da pintura devido ao envelhecimento. Aparecem depois de um tempo logo e são decorrentes do movimento do suporte, do ressecamento das camadas de preparo, da camada pictórica ou do verniz.

O CRAQUELÊ PREMATURO aparece logo após a execução da pintura. Ocorre somente na camada pictórica quando o artista aplica a segunda camada de pintura antes que a primeira seque. Sua forma será de uma rede. Outros procedimentos inadequados no preparo da tela resultam também num craquelê prematuro.

QUASE TODAS AS CORES SE TRANSFORMAM em presença de raios ultravioleta, que tem ação fotoquímica corrosiva sobre elas.

O PODER DE COBERTURA da tinta a óleo pode diminuir com o tempo, deixando à mostra esboços ou um preparo colorido. Nestes casos não há o que fazer.

MANCHAS BRANCAS podem ter causa na micro fissuração da camada pictórica e consequentemente o aparecimento do preparo ou de um a

⁵⁷ termo francês para determinado pigmento amarelo.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

interação entre pigmento e ligante. O ataque de micro organismos e a presença de sais também podem apresentar esta patologia.

A FORMAÇÃO DE BOLHAS na camada pictórica é devido ao calor, que pode ter diferentes origens: incêndio, exposição ao sol, proximidade de radiações quentes.

A ESCAMAÇÃO provém da variação dos suportes e de uma preparação ruim (muito ou pouco oleosa).

A PULVERULÊNCIA é a perda da camada que possui pouca matéria que perde aderência à tela.

RESTAURAÇÕES ANTIGAS podem ocasionar problemas. A remoção de obturações antigas que ultrapassam as lacunas e cobrem a camada pictórica original é feita normalmente com auxílio de um bisturi.

A REMOÇÃO DE RETOQUES ANTERIORES é um procedimento comum, uma vez que a maioria sofre alteração cromática. Caso contrário é melhor deixá-los.

OS SAIS são mais presentes em obras modernas. A poeira (ácida ou gordurosa) afeta principalmente estas obras que não tem verniz. Apesar de existirem vernizes opacos, há um pensamento generalizados de que os vernizes trazem brilho à pintura.

VERNIZ

O VERNIZ PROTEGE a camada pictórica, portanto é o primeiro a se deteriorar. Sua remoção não deve esperar muito.

INÚMERAS SÃO AS IMPUREZAS existentes no ar: fumaça da cozinha e do tráfego, umidade, sais, excremento de insetos, micro organismos, etc. A poeira gordurosa associa-se ao amarelamento natural do verniz ocasionando transformações cromáticas desagradáveis. Para reconhecer o nível de mudança deve-se observar tons claros que sabemos de ante mão quais seriam, como por exemplo o branco dos olhos.

PODE-SE REMOVER uma camada de poeira gordurosa, sem remoção do verniz. Primeiro tenta-se com uma solução de água e sabão neutro, aplicada com um chumaço de algodão. Se ainda não for efetivo, pode-se adicionar algumas gotas de amônia à água. Esta intervenção é feita de tal

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

forma a não deixar a água por longos períodos sobre a tela, assim acompanha um secamento imediato com papel tipo *Kleenex*⁵⁸, que remove a poeira solubilizada. Toda operação de limpeza deve ser precedida de minúsculos testes em todas as tonalidades do quadro.

É MUITO IMPORTANTE lembrar que o processo de limpeza é definitivo, portanto, é imprescindível que seja feito com toda cautela para que não se remova também a pintura original.

OS PONTOS DE SUJEIRA de excrementos de insetos devem ser logo removidos para que sua acidez não ultrapasse o verniz, atingindo a camada de pintura. Neste caso a remoção é mecânica e o uso de diferentes pontas de bisturi com auxílio de uma lupa será o mais adequado.

UM ASPECTO ESBRANQUIÇADO pode aparecer pontualmente ou recobrimdo boa parte de uma obra. Normalmente trata-se da microfissuração da camada de verniz, que perde sua transparência. Isto pode induzir à entrada de umidade na pintura e consequente proliferação de micro organismos. É aconselhável a remoção total do verniz.

O ESCURECIMENTO parcial ou pontual pode ser decorrente do secamento desigual do verniz. Isto pode ocorrer logo dias após a aplicação do verniz, ou depois de anos. Se encontramos esta situação pode-se remover totalmente o verniz para aplicá-lo novamente. Nestes casos, quando se aplica o verniz, deve-se fazê-lo de forma a repassá-lo nestas partes opacas e mais absorventes ou aplicar duas camadas de verniz.

SE O VERNIZ APRESENTA MANCHAS EM FINAS ESTRIAS pode-se proceder de duas maneiras: se o verniz é antigo, aplicado há alguns anos, um pincel fino embebido em terebentina e acetona (50% cada) o dissolverá e poderemos ter uma superfície homogênea. Se o verniz for mais novo, o mesmo procedimento é feito utilizando-se apenas terebentina.

QUANDO HÁ DEPÓSITOS LOCALIZADOS de verniz pode-se agir de duas formas: mecanicamente com auxílio de bisturi para remoção do excesso para depois igualizar a superfície com pincel fino em diluição de álcool e acetona (50% cada); ou quimicamente com os solventes mencionados.

O CRAQUELÊ DO VERNIZ é raro. Deve-se observar bem o quadro para verificar se não existe craquelê em outras camadas. Hoje há vernizes especialmente para criar craquelê, ou envelhecimento.

A REMOÇÃO TOTAL OU PARCIAL do verniz é questão controversa entre os restauradores. Neste caso o procedimento é mais importante do que a utilização de produtos especiais.

A REMOÇÃO PARCIAL não quer dizer localizada, mas sim deixar uma camada fina correspondente à pátina do tempo, que não compromete a boa visibilidade do quadro. Esta pátina protege camadas pictóricas

⁵⁸ lenço de papel absorvente e macio.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

transparentes, que são mais suscetíveis aos solventes. Devemos sempre considerar que o processo de limpeza é definitivo, portanto, é melhor não ser agressivo para não prejudicar o original. Sendo o verniz um material pegajoso, sua remoção deve ser feita a pincel embebido em solvente e com uma espátula flexível. Atenção para o uso de algodão que deixará resíduos na superfície. O álcool é um produto recomendável devido à sua volatilidade. É aplicado com pincel e jamais diretamente sobre a tela. Começa-se nos cantos e testando antes nas cores claras para avaliar melhor a eficácia do procedimento. O pincel deve ser constantemente limpo do excesso de verniz. Esta operação pode ser repetida, com intervalo de alguns dias para que o verniz residual seque novamente.

A REMOÇÃO TOTAL por vezes é indispensável, por exemplo, quando temos inúmeras repinturas visíveis. Se a pintura é espessa, a remoção total será dificultada, já que depósitos existirão nas cavidades que serão removidos parcialmente com bisturi. Antes de iniciar, faz-se uma limpeza mecânica com trincha macia.

A REMOÇÃO QUÍMICA é feita com *swab* e testa-se o solvente sobre todas as cores. O algodão é trocado constantemente e através dele verifica-se se há perda de pintura original. Trabalha-se simultaneamente com solvente e com neutralizantes⁵⁹, evitando assim a exposição prolongada ao solvente.

OS SOLVENTES SÃO NOCIVOS à saúde do restaurador e na embalagem estão descritos os cuidados necessários à manipulação e referências à sua toxicidade.

INTERVENÇÕES LOCALIZADAS algumas vezes são necessárias. O verniz de retoque é utilizado quando há variações de intensidade de cor e visa dar homogeneidade à obra. Pode ser aplicado em *spray*, de forma bem suave, ou a pincel, quando a intenção é bem localizada. Também deve ser executado com leveza para não ocasionar problemas de brilho quando for aplicado o verniz final.

OS VERNIZES devem ter as seguintes características: estabilidade, não amarelar rapidamente, conservar a transparência e ter boa resistência à ataques biológicos. A reversibilidade também é importante. A escolha do verniz dependerá do método de aplicação desejado e do nível de brilho ou opacidade a se obter. Para um resultado ideal a mistura de componentes deve ser testada. Não há produto perfeito, uma vez que cada obra tem suas características próprias. A diluição também é específica para cada caso.

ANTES DE INICIAR o envernizamento final, remove-se todo resíduo superficial com a tela na posição vertical. Para a aplicação feita com pincel utiliza-se aquele de formato plano e que não esteja soltando pelo. Caso isto aconteça, este deve ser retirado imediatamente com uma pinça.

A COBERTURA é feita com aplicação nos dois sentidos da tela, uma de cada vez, primeiro horizontalmente e repassando-se no sentido contrário, e

⁵⁹ neutralizantes: nafta ou aguarrás mineral ou *white spirit*.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

depois verticalmente (ou vice-versa).o repasse deve remover o excesso ou bolhas. O recipiente do verniz não deve ser plástico porque pode reagir com o solvente do verniz.

UMA DAS QUALIDADES do verniz é sua secagem rápida. Diversos produtos se encontram no mercado e escolhendo-se um com esta característica teremos a facilidade de logo colocar o quadro na posição vertical, evitando depósitos indesejáveis. No dia seguinte, após remover sujidades superficiais pode-se aplicar nova camada de verniz, caso se deseje uma dupla camada de verniz, ou utilizar outro produto para tornar a superfície mais opaca. O toque com o dedo para verificação da secagem é sutil. O envernizamento duplo certamente protege melhor a camada pictórica, mas em casos de pinturas com diferença de espessura, deve-se evitá-lo.

CUIDADOS PRÉVIOS devem ser tomados. Verificar se a pintura é frágil com tendência a se soltar. Fazer pequenos testes com maiores diluições e a partir daí aumentar concentração do verniz.

SOLVENTES MAIS UTILIZADOS para remoção de verniz são: álcool isopropílico ou acetona, ou a mistura dos dois em proporções iguais. Outros solventes também, podem ser usados, tais como: álcool etílico, dimetil-formamida, nafta, *white spirit*, toluol, tetracoloro-etileno, tetracoloruro de carbono, tricloro-etileno e acetato de tetraglicol.

LIMPEZA

A LIMPEZA DE UM QUADRO pode tratar-se da remoção do verniz oxidado, da remoção de manchas, da remoção de retoques com alteração cromática ou mesmo a supressão de retoques que foram executados com intenção de alterar a pintura.

SE O RETOQUE foi feito sem que a superfície tenha sido nivelada, além de ser mais facilmente identificável, esta pintura pode ser mantida como base, estando ela totalmente seca para receber a obturação.

COMO REGRA GERAL não se deve retocar sobre o original, o que inoportunamente muitas vezes é feito. Reconhecer estas intervenções não é de imediato. O uso de alguns tipos de luz (por exemplo a infra vermelha) identifica pigmentos que não seriam característicos do período da obra, mas nem sempre há destes meios a disposição. A medida que se trabalha sobre uma obra vai se descobrindo suas particularidades, entre elas os retoques inicialmente imperceptíveis.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PODE-SE REMOVER retoques mecânica ou quimicamente. Para retoques pequenos a forma mecânica é mais segura e feita com bisturi. Certamente estamos tratando de um retoque com uma certa espessura para que este procedimento seja viável. É aconselhável o uso de lupas. A remoção química é feita com solventes.

DIFERENTES TIPOS de retoques, ou re-pinturas, são encontrados: aquarela ou guache, têmpera, óleo, verniz, tintas acrílicas ou vinílicas.

RESÍDUOS DE COLAS E CERAS também são por vezes objeto de remoção.

DEVEM SER FEITOS TESTES de solubilidade, pois é impossível adivinhar qual o tipo de retoque. Algumas misturas são aconselháveis:

- para retoques em geral:

2 partes de dimetilformamida + 4 partes de acetato de amila + 1 parte de amoníaco, com neutralizante nafta ou aguarrás mineral.
triclouro-etano (75%) + álcool diacetona (25%)
dicloro-metano (50%) + formiato de etil (50%) + ácido fórmico (2%)

- para re-pinturas antigas a óleo:

isopropanol (80%) + amônia (20%) + água (20%)
toluol (75%) + álcool diacetona (25%)
triclouro-etano (50%) + dimetil-formamida (50%)
acetado de amila (75%) + dimetil-formamida (25%)

- para emulsões proteicas sensíveis a solventes ácidos:

dicloro-metano (50%) + formiato de etila (50%) + ácido fórmico (2%)

- para eliminar colas:

2 partes de álcool + 2 partes de acetona + 1 parte amônia + 2 partes de água, neutralizante nafta.

- para cola animal:

dicloro-metano (50%) + formiato de etila (50%) + ácido fórmico (2%)
ácido acético (5%) + água (95%)

- para ceras:

triclouro-etileno, neutralizante nafta.

PARA REMOÇÃO DE MICRO ORGANISMOS (fungos, bactérias e algas) devem ser testados os diferentes compostos para que não ocorra alteração cromática. Peróxido de oxigênio a 120 vol., compostos de sulfato de cobre, hipoclorito de sódio em grandes diluições, por exemplo 3%, sais quaternários de amônia, dentre outros. O antibiótico comercializado com o nome de Nipagim pode ser aplicado no verso da tela, diluído em álcool e pode agir como método preventivo. Tem o inconveniente de possuir um odor característico.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

PARA OUTRAS MANCHAS não identificáveis, pode-se testar o produto TTA, que é uma enzima com princípio ativo correspondente a ptialina, enzima encontrada na saliva humana.

FIXAÇÃO

A RE-FIXAÇÃO DA CAMADA PICTÓRICA é um procedimento muitas vezes necessário antes de qualquer outra etapa da restauração. Um exame deve ser feito colocando-se uma luz rasante à obra para identificar suas asperezas.

PODE SER FEITO PELA FRENTE ou pelo verso da obra e os adesivos utilizados são materiais já mencionados anteriormente:

- colas animais - de pele de coelho ou de peixe, vêm forma de gelatina e utilizam a terebentina como agente fluidificante e álcool como fungicida;
vantagens - a penetração a quente é perfeita e após o início da evaporação o adesivo tem efeito rapidamente. Em obras antigas, sua composição não adiciona materiais estranhos;
desvantagens - a umidade pode provocar retrações no suporte.
Este material não é utilizado no Brasil, pelos motivos anteriormente descritos.

- ceras - pode ser pura ou misturada a resinas que aumentam o ponto de fusão;
vantagens - a flexibilidade do material e sua conservação perante ataque de micro organismos;
desvantagens - não será fácil removê-la para substituir por uma cola, todavia aceita novas re-fixações também com cera, ocorre ligeiro escurecimento de tons, perceptível somente aos olhos do profissional.

- resinas sintéticas (acrílicas e vinílicas) - encontram-se em solução ou emulsão, geralmente constituídas por longas cadeias moleculares. Estas macromoléculas têm nome de polímeros. A polimerização é a associação do monômero (uma molécula) em polímero. Este material é insolúvel no seu solvente inicial. De uma forma geral, é solúvel em álcoois e éteres e são sensíveis aos solventes de limpeza.
Como são produtos usados há pouco tempo, não é possível saber exatamente a sua estabilidade no tempo.

Obs.: Nos países frios, o ataque de micro organismos é menor do que nos países quentes. Aqui no Brasil, prefere-se evitar o uso de adesivos que estejam sujeitos a este tipo de deterioração.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

O ADESIVO É APLICADO A PINCEL na pintura e a espátula térmica irá fazer com que a escamação seja colocada no lugar, eliminando sua deformação. Sua temperatura deve ser passível ao toque e dependendo da espessura da tinta maior, ou menor. Atenção a não queimar a camada pictórica.

OS PAPÉIS servem de isolante da espátula térmica com a superfície da pintura. Temos:

- papel de seda - possui a vantagem de absorver umidade e ser facilmente removível e a desvantagem de não ser transparente.
- papel *Melinex* - é transparente e mais adequado quando a camada a ser re-fixada não está totalmente solta do substrato.

A PEDRA DE ÁGATA serve para esfregar a superfície sem danificá-la.

O BISTURI OU UMA PEQUENA AGULHA fura pequenas bolhas que não tem abertura a serem fixadas, de forma a fazer a menor incisão possível.

A SERINGA injeta o adesivo com maior pressão.

TODO RESÍDUO superficial deve ser removido antes de secar, o que faz desta operação um procedimento lento e cuidadoso.

RETOQUE OU REINTEGRAÇÃO PICTÓRICA

O RETOQUE é feito para dar melhor visibilidade à pintura. Os outros procedimentos descritos até então podem ser entendidos como métodos de conservação. O espírito da restauração, especialmente da camada pictórica, tem seus limites. Não se deve querer dar um 'aspecto de novo' a obra de arte, e sim manter características adquiridas com o tempo, como craquelês e a pátina natural.

JAMAIS o retoque deve ser sobre a pintura original, mas somente sobre as lacunas. O momento mais delicado é saber, depois de ter as obturações feitas, onde e como retocar. Se a obra tem desgastes superficiais, somente aqueles que interferem na boa compreensão do conjunto devem ser retocados, ou seja, aqueles que chamam muita atenção. Ainda assim, nem sempre os retoques são totalmente imperceptíveis.

EXISTEM DIFERENTES TÉCNICAS de retoque. Aquela mais comum nos ateliês privados é a do retoque ilusionista. Mas a técnica da reintegração e do *tratteggio* também têm bons resultados.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

A REINTEGRAÇÃO pictórica utiliza um tom predominante no entorno da lacuna para preenchê-la de forma uniforme. O aspecto histórico da obra é considerado como o mais importante, não havendo acréscimos posteriores à sua criação. É também uma boa opção quando as bordas da lacuna não nos dão informações suficientes para completar a parte que falta.

O *TRATTEGGIO* é um tipo de retoque intermediário entre o ilusionista e a reintegração. É feito com linhas verticais, finas e justapostas, de cores puras e não é perceptível à distância, pois o olho humano faz a mistura. Esta técnica de origem italiana é bem utilizada em grandes painéis e mantém a integridade histórica, permitindo ao observador a identificação do original.

A TÉCNICA ILUSIONISTA é adequada a menores formatos e tem como objetivo não deixar a mostra as alterações sofridas na obra. Esta técnica não é reconhecível a olho nu, mas sim perante aparelhos de radiações especiais (por exemplo ultra violeta). Através da mistura de cores o restaurador procura imitar a pintura adjacente em seus valores cromáticos, de densidade e textura.

NO SÉCULO XIX foram descobertas inúmeras pinturas não originais que recobriam figuras que não eram consideradas adequadas à moral do período da intervenção.

PARA EXECUÇÃO do retoque é necessário ter uma paleta limpa antes de começar qualquer trabalho e utilizar as cores já mencionadas anteriormente. Com as tintas dispostas na paleta, os *godets* com o diluente e solvente, e um pincel apropriado, iniciam-se as misturas para chegar aos tons desejados.

UM INSTRUMENTO BASTANTE ÚTIL é o bastão de apoio para a mão, que evita tocar a tela com os dedos e dá maior segurança e precisão ao trabalho. A iluminação melhor é a natural ou com lâmpadas halógenas.

O RETOQUE é sobre a obturação, normalmente de cor branca, o que dá uma base luminosa. Provavelmente será finalizado em 3 camadas. O trabalho é feito com transparências, pois o material é um verniz. A primeira camada dá o tom de base e espera-se até o dia seguinte para recobri-la sem correr riscos de retirá-la. A segunda camada já deve chegar a um resultado quase perfeito. A terceira camada é muito sutil e torna o retoque imperceptível. Normalmente é mais fácil escurecer do que clarear. Também é mais fácil começar com tons mais puros para torná-los mais 'sujos'. O uso do branco e do preto quase nunca dão bons resultados. Quando encontra-se dificuldade em chegar no tom justo com 3 camadas, é preferível recomençar do início, removendo o retoque imperfeito.

A CRIAÇÃO DE FALSOS CRAQUELÊS nos retoques é muitas vezes imprescindível para não criar uma área muito lisa. O retoque de linhas retas também deve ser feito de forma a ter interrupções cromáticas que amenizam a forma geométrica muito evidente.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

MESMO EM MAIORES ÁREAS o retoque deve ser feito com pincel fino, no máximo n. 2. Se as partes que faltam necessitam de um desenho de orientação, deve-se tentar fazê-lo à maneira do artista, observando outras partes e ser o mais simples possível.

DIANTE DE DESGASTES o retoque deve ser pontual, com pincel n. 000. O tom tem que estar perfeito porque não há como repassá-los novamente sem interferir por demais no original.

O USO DO VERNIZ EM *SPRAY* entre as camadas do retoque, e somente nesta área (não na totalidade do quadro), facilita a superposição e a obtenção de tons justos através das transparências.

A PACIÊNCIA é indispensável.

MÉTODOS CIENTÍFICOS DE ANÁLISE

DESDE O SÉCULO XIX que os cientistas colaboram com pesquisas no campo do restauro de obras de arte. Algumas técnicas são comuns em alguns laboratórios de museus, tais como:

A FOTOGRAFIA INFRAVERMELHA faz visível desenhos subjacentes à camada pictórica e outras inscrições do verso das telas.

RADIAÇÕES ULTRAVIOLETAS faz visível a olho nu o estado de conservação de pinturas, sendo melhor utilizado em um compartimento escuro. As repinturas recentes aparecerão como manchas escuras, puxando para o tom violeta. Aquelas mais antigas serão mais escuras. Os vernizes aparecem como uma superfície um pouco amarela. No entanto, as conclusões não são assim imediatas e certas. Há casos de vernizes mais espessos que não permitem uma boa leitura da obra.

AS RADIOGRAFIAS não ajudam muito na visibilidade de camadas internas da pintura sobre tela. Mas no caso das pinturas sobre madeira, podem fornecer informações sobre o estado de conservação da peça.

A MACROFOTOGRAFIA amplia detalhes facilitando a observação dispersa na vista geral. Auxilia no estudo de fragilidade de certos fragmentos. O registro documental é também importante.

A MICROFOTOGRAFIA ao microscópio ótico ou eletrônico, permite ampliações de 10 a 40.000 vezes do original. Este meio nos dá informações sobre a idade da pintura e seu estado de conservação, fazendo possível que a obra seja tratada antes do dano poder ser reconhecido a olho nu.

CONSERVAÇÃO E RESTAURO
PEDRA, PINTURA MURAL E PINTURA SOBRE TELA

Márcia Braga
Editora Rio 2003
ISBN 85-7579-029-3

Colabora também em testes de autenticidade de obras quando examina assinaturas. No entanto deve-se considerar que não é possível ter uma conclusão baseada somente nesta observação.

A ANÁLISE DA MATÉRIA PICTÓRICA é feita através de análise físico-química da estratigrafia da camada pictórica. É um estudo destrutivo, portanto feito com muito critério e amostras mínimas. Sua função é o conhecimento dos constituintes da pintura, os pigmentos e o ligante.

BILBIOGRAFIA

- BRANDI, C. *Teoría de la restauracion*. Aliança Forma, Madri:1989. 134p.
- DIAZ-MARTOS, A. *Restauracion y conservacion del arte pictorico*, Arte Restauo, Madri: 1975. p.213.
- GETTENS, R. J., STOUT, G. L., *Painting materials - A short encyclopaedia*. 2 ed. Dover Publications, New York: 1966. 333p.
- MASSCHELEIN-KLEINER, L. *Ancient binding media, varnishes and adhesives*. ICCROM, Roma: 1985, 115p.
- MOTTA, E., SALGADO, M. L. G. *Restauração de pinturas. Aplicações da encáustica*. MEC-IPHAN, Rio de Janeiro: 1973, 141p.
- TORRACA, G. *Solubilidad y disolventes en los problemas de conservacion*. ICCROM, Roma: 1981. 59p.