

## Capítulo 7

### COLORAÇÃO - A PÁTINA DO COBRE

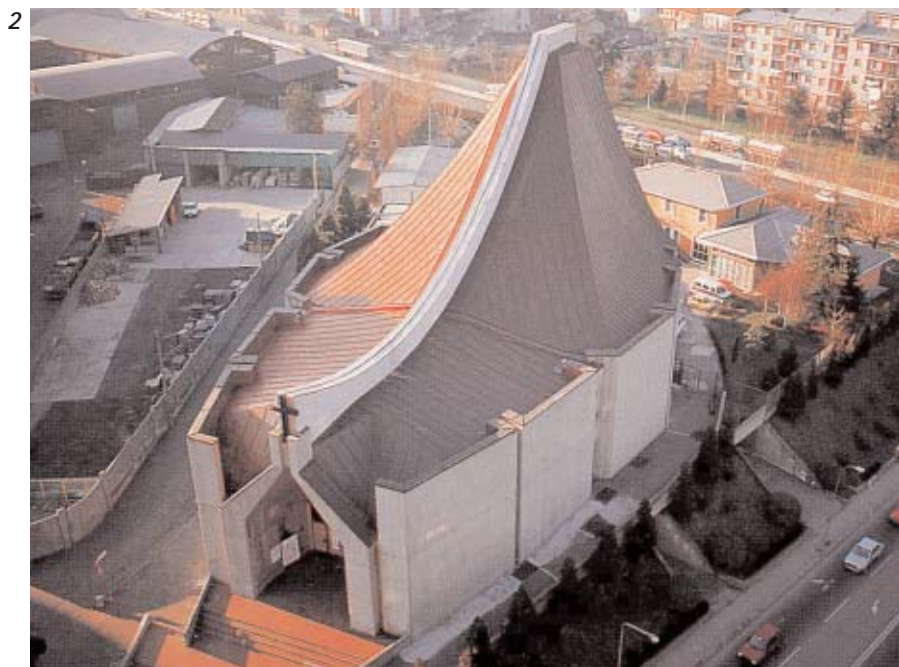
As colorações dos revestimentos em lâminas de cobre, se processam por meios naturais e artificiais face a pormenores técnicos vinculados ao tempo de exposição, condições atmosféricas (umidade, poluição) e temperatura que a lâmina é submetida.

A superfície do cobre em contato com o ar atmosférico, se oxida lentamente, formando uma película protetora com mescla de cobre (Cu) e Óxido de cobre ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) entre os quais se processam reações químicas.

Os gases presentes na atmosfera influem nos compostos que se formam sobre o cobre. A ação do oxigênio, do dióxido carbônico, do anidrido sulfuroso, entre outros, formam sobre a superfície uma película negra mescla de óxido de cobre e sulfuroso de cobre denominada "brochanita".

Esta película cresce e se transforma ao reagir (reação química) com os sais ácidos presentes no ar, formando uma **pátina** natural estável que após estabilizar-se sofre pouca variação.

A seguir pormenorização técnica da pátina natural formada nas coberturas dos edifícios, cujas fotos apresentadas, dão-lhe singular expressão estética.



- 1 - Museu Arqueológico - Chipre - Arqº. A. Bruno (pátina verde água maturada)
- 2 - San Pietro Martire - Cinisello - Milão - Itália - Arqº. M. Gottardi (pátina marrom café)
- 3 - Hotel Turístico - Canadá (variação das pátinas: cobre ao natural, marrom café e verde água maturada)

### 7.1 - Pátina natural

Se forma naturalmente pelo simples fato da lâmina de cobre estar exposta à atmosfera, criando sobre a superfície uma película que se torna protetora, conforme exposto anteriormente. A velocidade de desenvolvimento depende das variações e das condições do meio ambiente a que está exposta.

Assim sendo, os componentes cuprosos expostos às intempéries passam por várias etapas de desenvolvimento até a formação da pátina final, representada por uma película, que se constituirá na pátina propriamente dita, tornando-se a melhor proteção do material contra a corrosão.

Se desenvolve por etapas, com varias colorações distinguindo-se em geral sob a forma de 3 (três) capas (películas) básicas, a saber: **capa inicial, capa óxida café mate e capa final verde água.**

O período de formação da pátina final é muito variável, segundo o clima em que o cobre está exposto. Normalmente, esse período varia de **4 a 6 anos** em atmosferas com interferência oceânica, **8 a 12 anos** em áreas industriais e de cidades, **20 anos** em áreas urbanas normais e em **30 anos** nas áreas montanhosas com pouca umidade na atmosfera.

Forma-se no entanto com maior rapidez em ambientes úmidos, altas temperaturas e em coberturas com pouca declividade. Uma vez formada, a corrosão adicional do cobre não ocorrerá em condições normais. Caso haja danos na película esta, pela simples exposição à atmosfera voltará a se formar num processo contínuo.

A **pátina final** tem coloração **verde água pálido**, possui significativa beleza e uma boa e elevada estabilidade química, permitindo proteção ao metal contra a corrosão resultando numa grande durabilidade.

A seguir a pormenorização técnica da pátina originada artificialmente no canteiro de obras ou em laboratórios químicos e / ou.

### 7.2 - Pátina artificial

#### 7.2.1 - Considerações técnicas gerais

Na indústria da Construção Civil com ênfase para as coberturas e revestimentos de paredes em cobre, muitos especialistas, arquitetos e usuários necessitam que determinada superfície tenha uma coloração específica imediata, que somente iria se obter ao longo de determinado tempo por processos de aceleração.

Para se conseguir a aceleração da pátina em tempo hábil, recorre-se a processos químicos. Para tanto, encontram-se disponíveis um enorme número de fórmulas químicas, que são recomendadas para serem utilizadas, principalmente em coberturas, pois poderão haver tons não uniformes.

As formulações químicas para produzir pátinas artificiais são diferentes face à cor pretendida como o café ou verde água pálido. As fórmulas se compõem basicamente de ácidos diluídos utilizando reativos tais como: **sulfato de cobre e de amônio, percolato de potássio, cloreto de cobre, nitrato de cálcio, ácido sulfúrico e outros.** Estes reativos sob diversas fórmulas se aplicam mediante um processo de imersão eletrolítica, sendo que os processos industriais são mais recomendados. No entanto se podem aplicar oxidantes por aspersão, brochas, spray ou chumaço de pano, sendo que posteriormente a superfície tratada é enxaguada e secada.

Recentemente fórmulas novas de pátinas foram desenvolvidas por pesquisadores japoneses como Toda K., Hara K. e Awata M., os quais consideram como processo eletroquímico de formação da pátina o denominado "eletrocoloração".

Se utiliza neste processo um banho de sais de bicarbonato de sódio ou carbonato de sódio com aditivos, destacando-se os sulfatos de sódio ou de amônio, que por sua vez melhoram a aderência da pátina, bem como evitam a formação de precipitações.

Estes sais dissolvidos em água destilada devem manter-se a uma temperatura que varia de 10 °C a 40 °C. O banho é agitado mecanicamente estando a prancha de cobre no seu interior. A cor azul intensa resultante do banho revela a presença do sulfato de cobre que se forma durante o processo.

Dentro destas colocações considera-se que o cobre, mais que os outros metais, pode com segurança ser patinado artificialmente, dependendo do resultado da qualidade dos processos de pátina industrial adotados.

Quase todos os tons de cores gris, verde, vermelho, azul, amarelo, café e negro podem ser obtidos variando-se o tempo de imersão e a temperatura associados aos reagentes químicos. Para efeito de domínio e conhecimento dessas potencialidades de variações de tons e cores existe uma série de métodos realizados e recomendados pelo Centro de Promoção do Cobre dos Estados Unidos e do Chile.

Alguns pormenores técnicos devem ser enfatizados, dentre eles têm-se que as reações químicas podem ser obtidas pela formação de películas de sais e de óxidos produzidos por agentes químicos como anteriormente enfatizou-se. Estas películas são bastante aderentes, contanto que a superfície esteja totalmente limpa antes de se iniciar o processo.

Tanto a preparação de limpeza como o processo mecânico sobre lâminas e / ou chapas de cobre devem estar presentes e interagir de maneira a oferecer condições para execução dos trabalhos de pátinas, cuja pormenorização vem a seguir:

#### **a) Preparação mecânica - processo**

Para este, se utilizam discos ou placas abrasivas compostas de alumínio (180 ou 220), cuja velocidade de rotação está em torno de 1800 giros / min. Objetivando obter um acabamento de superfície acetinado é de boa técnica empregar compostos abrasivos isentos de graxas. Este acabamento é recomendado para áreas de lâminas lisas e dobradas.

O polimento espelhado se executa, após essa etapa e para tanto utiliza-se um disco para polir com sílica amorfa com 1800 giros / min.

#### **b) Preparação da limpeza**

O preparo prévio de limpeza do cobre se realiza com **solventes industriais e ácidos nítricos diluídos**, com os quais se extrai da prancha as graxas, óxidos e outras impurezas. O processo em questão resulta também numa superfície porosa no qual a pátina pode fixar-se com maior facilidade.

Sobre as áreas soldadas das pranchas de cobre se deve limpar os fundentes com água quente. Portanto é de suma importância desengravar toda a superfície colocando-a à descoberto, isenta de impurezas que possam comprometer o processo.

Este desengraxe pode também ser feito por meio de um banho alcalino, de percolato de etileno, ou de emulsões aquosas de solventes. Em seguida recomenda-se realizar um desengraxeamento por meio de processo eletrolítico.

Para técnicos e / ou empresas que se dispõem a desenvolver técnicas de limpeza do cobre recomenda-se consultar o Procope - Instituto Brasileiro do Cobre, **Tabela 1** da publicação **“Aplicación de Pátinas al cobre y sus aleaciones” (30)** - do PROCOBRE - Centro Chileno de Promoção do Cobre, a qual traz as condições de tratamento de limpeza alcalina, considerando: “temple, pulverización y desengrasado eletrolítico”, bem como as substâncias químicas que intervêm no processo (soda cáustica, carbonato de sódio, fosfato trisódico, pirofosfato tetrasódico metasilicato de sódio), agente humectante, temperatura, unidade da corrente catódica e o tempo de exposição.

O cobre pode também ser polido quimicamente sem ser atacado, mediante ação da seguinte mistura: 42% de volume de ácido fosfórico, 42% de ácido acético e 16% de ácido nítrico a uma temperatura entre 60 e 75 °C durante um período de tempo de 2 a 4 minutos. No entanto, nem sempre é possível concretizar as operações e / ou processos enfatizados, em especial quando se trata de elementos e / ou componentes arquitetônicos já instalados. Neste caso recomenda-se que se faça uma limpeza à base de magnésio com detergentes, mas sempre por pessoal técnico devidamente capacitado.

### c) Precauções nas aplicações

Geralmente são necessárias várias aplicações em camadas sucessivas antes de se obter a cor desejada. A medida em que se pretende tratar uma superfície maior, esta poderá ficar sujeita a variações de cores sendo passível de não se obter uma total homogeneidade de cor.

O êxito do processo depende em grande parte das condições climáticas existentes onde, se recomenda a existência uma umidade relativa ambiental maior que 80% de forma que os reativos químicos atuem com mais facilidade. A pátina geralmente não possui uma boa aderência ao metal base, sendo que as águas das chuvas ou outros agentes corrosivos podem tirá-la, razão pela qual é necessário protegê-la com vernizes (lacas) a serem enfatizados posteriormente neste Capítulo.

A seguir considerações técnicas sobre as pátinas artificiais mais usuais; destacando-se os patinados: **Negro, Azul, Amarelo, Gris, Café, Vermelho e Verde.**

#### 7.2.2 - Patinado negro



Se processa por meio de método anódico, catódico e tratamentos químicos, conforme segue:

#### a) Método anódico

Por meio dele se obtém belos tons negros com boa aderência ao cobre através do tratamento anódico em banho de **soda mais mobilizado de sódio ou de amônio**, cuja densidade decorrente está em torno de 1,5 A/dm<sup>2</sup> num tempo de imersão de 3 a 5 minutos.

Cuidados específicos devem ser tomados como: após a limpeza alcalina, se recomenda antes do tratamento anódico, a imergir as peças durante 1 minuto na solução de bicromato de sódio (187 g/l) e de ácido sulfúrico (68 g/l). As películas negras que se obtém são espessas estando em torno de 0,25mm, que por sua vez tornam-se brilhantes por meio de polimento.

#### b) Método catódico

O **cromado negro** resultante é utilizado cada vez mais para resistir, principalmente, à abrasão, pois o depósito eletrolítico, combinado com níquel e cromo negro resiste bem ao exterior. As empresas "Diamond Alkali Co. e Harshaw Chemical Co. em Cleveland EUA" aperfeiçoaram este método resultando num bom desempenho.

Estes revestimentos obtidos são duros, brilhantes e muito regulares e se empregam sobretudo em aros, medalhas ou peças destinadas à indústria de roupas e similares.

As películas negras, densas, de níquel, zinco, óxido de zinco e sulfato de níquel se obtém por meio de um tratamento entre 30 e 60 minutos sob uma corrente de 4,5 a 9 A/dm<sup>2</sup> em solução de íons Ni, Zn com adição de tiocianato de sódio.

#### c) Tratamento químico

Existem no mercado internacional, com ênfase para o chileno soluções químicas preparadas com excelentes resultados como o EBONOL C. da Pernix Euthone (França). Empresas brasileiras interessadas no assunto, poderão importar e / ou produzir sob licença as soluções em questão.

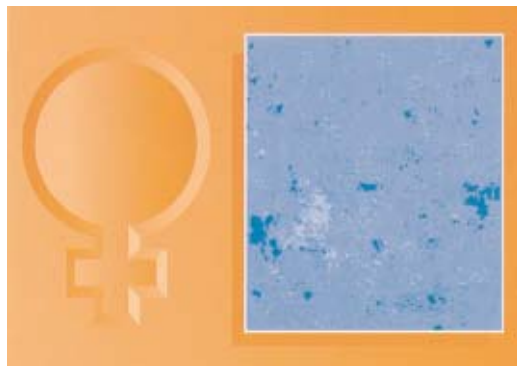
Também pode-se utilizar um banho composto de: polisulfuro de sódio (2,1 a 3,5 g/l), soda ou amoníaco (0,75 g/l) a uma temperatura de 20 a 25 °C durante 30 segundos a 1 minuto de imersão.

Para tanto, as peças devem estar isentas de graxa e sob ação de um meio alcalino, de preferência através de processo eletrolítico para que as películas sejam aderentes.

Nas páginas seguintes, encontram-se as pormenorizações técnicas das várias cores das pátinas artificiais a serem obtidas segundo métodos e processos químicos específicos.



### 7.2.3 - Patinado azul



Se processa por meio de tratamentos galvânico (catódico) e químico.

#### **a) Tratamento galvânico (catódico)**

Para se obter **gris azuladas** procede-se a um banho composto por: **acetato de cobre (11 g/l)**, **gelatina (3,7 g/l)** com uma densidade de corrente de 0,15 a 0,4 A/dm<sup>2</sup>, numa temperatura de 20 a 25 °C, durante 10 a 15 minutos.

Primeiramente se obtém uma película (camada) gelatinosa de cor café que se elimina por meio de um enxague com água, seguido de imersão numa solução de 50 g/l de sulfato de cobre.

#### **b) Tratamentos químicos**

Se processam pelo uso de uma solução de tiosulfato de sódio (56 g/l) e acetato de chumbo (28 g/l), a uma temperatura de 90 °C, durante 30 a 60 segundos. Esta solução colore de azul o cobre ou o latão, sendo que as concentrações podem variar.

Para temperaturas inferiores a 75 °C, se obtém película delgada de cor amarelo, verde ou vermelha, segundo a duração de tempo de imersão.

Em contrapartida, com a adição de solução específica de potássio ou de ácido cítrico obtém-se cores azuis e azul-verde a temperaturas de 25 °C, num tempo de imersão de 5 a 10 minutos para banhos novos. Sendo que para banhos já usados o tempo de imersão modifica-se para 30 a 45 minutos.

### 7.2.4 - Patinado amarelo



Obtem-se um **amarelo dourado** principalmente sobre o latão com um tratamento de bicromato de sódio, cujo agente umectante seja de 0,75 g/l, a uma temperatura de 22 a 28 °C durante 1 minuto de exposição.

Assim como os demais tratamentos, depois do enxague e secagem ao ar livre, se obtém uma delgada camada aderente sobre o cobre, resultando numa cor ligeiramente café.

Pode-se também obter uma patinação amarelo-esverdeado sobre o latão por meio de um banho utilizando-se CR2 O7 Na2 (150 g/l), H2 PO4 (10 g/l), num agente umectante (0,75 g/l) numa duração em torno de 40 a 60 segundos.

Outras cores de pátinas artificiais também se fazem presentes, conforme pormenores técnicos nas páginas que se seguem.

### 7.2.5 - Patinado gris



Os **tons gris** quase sempre se obtêm por meio de banhos de trióxido de arsênio. Muitas variações dos derivados de cobre tornam-se gris / aço quando submetidos a um banho de AS<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (100 g/l), cloruro férrico ou sulfato férrico (110 g/l), HCl (35%), numa temperatura ao redor de 22 a 28 °C durante 10 segundos.

Outros banhos podem ser utilizados, como exemplo o composto por AS<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (30 g/l), HCl (60 g/l), SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub> (15 g/l), numa temperatura também de 22 a 28 °C, durante 5 a 10 segundos.

### 7.2.6 - Patinado café



Para a execução da **pátina café** existem inúmeras composições. A “**Tabela II - Banhos de pulido para cobre y aleaciones**” (30) - do PROCOBRE / Chile, explicita com pormenores técnicos

7 (sete) variações. Esta publicação está também à disposição dos interessados na administração do ProcoBRE - Instituto Brasileiro do Cobre - São Paulo.

O ciclo de operações para obtenção desta pátina se divide em 4 (quatro):

- Escovar com a escova rotativa úmida.*
- Temperar por 3 a 5 segundos em uma solução de polisulfato de sódio misturada com sulfato de cobre e ácido sulfúrico.*
- Escovar posteriormente com uma escova rotativa seca.*
- Polir preferencialmente algumas partes com disco revestido de feltro, evitando que os seus compostos contêm abrasivos ou graxas. Pode-se utilizar também discos de polir à base de tecidos.*

Em algumas oficinas, inicia-se o processo submergindo as peças em banho de polisulfato de sódio.

Nos casos de ciclos múltiplos deve-se enxaguar com água limpa entre cada ciclo realizado.

Para que as peças tenham uma cor uniforme há necessidade de um acabamento metálico mediante processos específicos, utilizando-se para tanto escovas metálicas ou de couro. Posteriormente é necessário envernizar as peças patinadas logo após o polimento de forma a evitar que se ofusquem.

Atualmente os processos de patinação nas cores **café** se realizam industrialmente seguindo uma cadeia transportadora programada por computador, dando qualidade ao produto.

Outra pátina é o **bronze envelhecido** que também é muito utilizada em alguns países. Este patinado se aplica sobre os latões semivermelhos e sobre o latão natural, também chamados de “bronze da arquitetura”.

As peças patinadas na cor café, após muitos anos de exposição em climas úmidos, tornam-se negras e posteriormente negras-esverdeadas, quando não são envernizadas.

Recomenda-se também a limpeza das peças e ou componentes a serem patinados com detergentes 1 (uma) ou 2 (duas) vezes por ano dentro de um clima normal e de 4 (quatro) a 5 (cinco) vezes quando o clima é adverso, contaminado ou poluído.

### 7.2.7 - Patinado verde



Normalmente, utilizam-se os métodos anódicos e químicos.

#### a) Métodos anódicos

Em **1929**, segundo publicação de W. H. Vernon e L. Whitby, surgiu um método para colorir o cobre na cor verde. Para tanto, utiliza-se um banho para obter uma película (camada) de sulfato básico cuja aderência é representativa. Este banho é composto de: sulfato de magnésio (120 g/l), magnésio (22 g/l), bromato de potássio (22 g/l), com uma densidade de corrente de 4 A/dm<sup>2</sup>, a uma temperatura de 93 °C, durante 15 minutos.

Em **1933**, surgiu outra patente segundo C. E. Iron e outros autores que em sua publicação enfatizaram o uso do bicarbonato de sódio (50 a 100 g/l), a uma densidade de corrente de 7 A/dm<sup>2</sup>, numa duração de 1 a 2 minutos. Este método resultou numa “pátina-tampão”, com camadas espessas, resistentes à abrasão, muito utilizada nas coberturas de cobre.

A cor “verde azulada” do carbonato de cobre se apresenta num verde natural quando o sal se transforma em sulfato básico.

Um terceiro método anódico surge em **1937**, segundo publicação de F. Polond; neste método utiliza-se carbonato de sódio (350 g/l), anidrido sulfuroso (1,5 a 2 g/l), a uma densidade de corrente de 9 a 18 A/dm<sup>2</sup>.

#### b) Métodos químicos

Várias são as soluções químicas para patinar o cobre na cor verde, dentre elas têm-se as alcalinas e outras ligeiramente ácidas. A cor a ser obtida depende da oxidação do material exposto ao ar livre ou da carbonatação pela imersão. O enxague após o tratamento deve se processar quando se pretende obter a cor que se procura; no entanto durante o enxague tomar cuidados para não retirar a película.

As películas que se formam na presença do ar úmido são mais verdes que aquelas que se formam em ar mais seco, diante disso recomenda-se controlar a umidade para reproduzir o colorido almejado.

As soluções de cloruro de amônio ou de sulfato de amônio (60 a 120 g/l), numa temperatura de 25 °C, são tão eficazes quanto os banhos complexos e onerosos.

Recomenda-se também, assim como nos demais métodos enfatizados, que o cobre deva ser limpo, submergido em banho ácido e enxaguado para que posteriormente seja submergido na solução química que se processará a pátina.

Pela ação das soluções de sulfato de amônio (100 g/l), forma-se uma película próxima da pátina natural. Trabalhando-se com o material exposto ao ar, a uma temperatura de 15 °C e quando o PH alcança 5,5 a 5,7, o sulfato de cobre básico precipita-se sobre as bordas do recipiente onde a solução está depositada. Posteriormente as peças e / ou chapas de cobre são submergidas durante alguns segundos e após, expor ao ar livre durante 10 a 20 minutos. Este processo deve repetir-se durante 5 ou 6 vezes.

As películas obtidas por meio de deposição não são muito aderentes, estando sujeitas a riscos e ferimentos. Para os casos de formação de pátina em coberturas, adota-se processos de pulverização diretamente sobre as chapas e / ou lâminas. Este processo por pulverização é de aplicação delicada e os resultados normalmente dependem das condições atmosféricas. Portanto recomenda-se repetir o tratamento várias vezes até obter uma superfície colorida a mais homogênea possível.

#### 7.2.8 - Patinado vermelho



A **pátina vermelha** é obtida mediante a imersão das peças de cobre em banho de nitrato de potássio fundido entre 650 °C a 700 °C. Posteriormente as peças são resfriadas em água limpa e polidas ligeiramente. Recomenda-se posteriormente o seu envernizamento.

As ligas ricas em cobre podem ser patinadas na cor vermelha alaranjado, quando submergidas numa solução de cloreto de sódio (60 g/l) e sulfato de cobre (120 g/l), a uma temperatura em torno de 80 °C. O enxague deve ser em água quente, pois melhora sobremaneira a fixação (aderência) da película resultante.

#### 7.3 - Revestimentos cromados e coloridos artificialmente

Estes revestimentos são pouco adotados pelos arquitetos e outros profissionais face a manutenção das cores resultantes para as lâminas de cobre de maneira à manter suas características intrínsecas.

Geralmente, estes revestimentos sob a forma de películas se obtêm pelos banhos de bicromato de sódio e outros compostos cromados, podendo ser também patinados artificialmente. No entanto, as cores obtidas tendem a descolorir com o passar do tempo. Para tanto exige-se tecnologia específica e já comprovada.

#### 7.4 - Lacas - Vernizes e ceras

A razão principal de proteger as pranchas de cobre por meio de ceras, vernizes e também azeites, é dotar a superfície de uma **barreira isolante** que exclua a umidade e a poeira atmosférica desta superfície, de maneira a prevenir reações e conversões químicas, bem como as possíveis degradações das pátinas ou colorações artificialmente aplicadas.

Produtos vinculados a esta gama de proteção estão inseridos na família das **lacas**, caracterizados principalmente pelos vernizes duros com brilho, semibrilho ou fosco.

Os produtos mais utilizados e sensíveis para a proteção das pátinas, principalmente os artificiais, são os vernizes e as ceras. Tradicionalmente utiliza-se também o azeite (óleo) de linhaça aplicado a quente, pois ao ferver libera pequenas porções de verniz que protegem o cobre; no entanto sua durabilidade será bem menor que os vernizes industriais com um agravante, pois ficam quebradiços num curto espaço de tempo.

A seguir uma pormenorização síntese dos vernizes e ceras:

##### a) Vernizes

Existem no mercado da Construção Civil, numerosos vernizes, destacando-se dentre eles os: acrílicos, nitrocelulósicos, butiratos, melamínicos, alquídicos, epóxicos, poliuretanos e silicones.

Entre os que **secam ao ar livre** distingue-se os acrílicos, os celulósicos, os celulósicos acetatos-butiratos e os epóxicos com catalisadores.

Aqueles que **secam ao forno**, destacam-se os: melamínicos/alquídicos, os acrílicos termo-endurecíveis e as ureas-epóxicas. A seguir as principais características de uso e de desempenho técnico destes vernizes.

**1-** Em geral, os mais utilizados são os **celulósicos**, pelo fato de serem mais econômicos, no entanto sua resistência no exterior é fraca, ficando portanto seu desempenho técnico comprometido.



2- Os **acrílicos**, principalmente aqueles modificados com inibidores dos raios ultravioleta e da ação da corrosão são excelentes, inclusive quanto à resistência ao exterior. Trata-se do grupo que compõe as lacas acrílicas com benzotriazol, que por sua vez forma um composto resistente à degradação ao ultravioleta. São aplicados com aspersor em várias camadas até atingir uma espessura em torno de 25 microns que protege por 5 a 10 anos as superfícies patinadas conforme o meio ambiente a que estão expostas.

Atualmente este verniz é fabricado no Chile com a licença "Incralac", cujos resultados tem-se revelado bons em coberturas de cobre, pois inclusive inibem o processo de corrosão do cobre.

3- Os **celulósicos acetatos-butíricos** apresentam um comportamento mediano entre os celulósicos e os acrílicos.

4- Os **epóxicos** polirinizados à temperatura ambiente, resultam em durezas iguais àqueles que se conseguem pela ação dos fornos. As experiências têm revelado que as superfícies tratadas com este produto tendem a ficar escuras sob a ação da luz solar.

5- As **resinas melamínicas / alquídicas** tem custo elevado, no entanto, seu desempenho técnico geralmente é bom.

6- Os **acrílicos termoendurecíveis** são também muito utilizados, possuem as mesmas vantagens dos acrílicos comuns. São transparentes e apresentam melhor resistência abrasiva.

7- As **ureas-epóxicas** são similares aos epóxicos catalisados, no entanto, apresentam melhor durabilidade vinculada à firmeza superior, bem como, no aspecto final resultante.

8- Os vernizes **poliuretanos e os silicões**, são, resistentes embora tenham preços elevados, coibindo assim sua maior utilização. Os silicões, em geral, tem durabilidade inferior aos poliuretanos.

Para melhor compreensão e uso correto dos vernizes, recomenda-se consultar a "**Tabela III - Propiedades de los diferentes barnices transparentes**" (30) - PROCOPRE - Chile, também pertencente ao acervo bibliográfico do Procobre - Instituto Brasileiro do Cobre - São Paulo.

## b) Ceras

Geralmente também se utilizam dispersões aquosas de ceras ou de polímeros, ou então misturas de ambos. O conteúdo das emulsões em materiais sólidos está na ordem de 10%. As ceras incolores podem ser aquecidas com raios infravermelhos de maneira que o depósito seja igualado. Uma superfície de cobre cromado e encerado não deve escurecer e tampouco mudar de cor após sua exposição contínua por cerca de 100 horas numa atmosfera cuja umidade seja de 100%.

Numa síntese conclusiva as **ceras** e os **vernizes**, expostos ao tempo, tendem a se degradar e dissipar, devendo as superfícies de cobre sofrerem reaplicações periódicas, num espaço de tempo não maior que 5 anos, dependendo do produto utilizado de maneira a assegurar a inibição do processo de oxidação (formação de pátina).

Recomenda-se que os projetistas e construtores de coberturas em cobre conheçam devidamente os produtos a serem especificados e utilizados, dentro de suas limitações de resistência e durabilidade explicitadas pelos fabricantes objetivando manter as características físicas e de coloração desejada pelos usuários e técnicos envolvidos.



*Cúpulas de Los Dominicos - Santiago - Chile (revestimento cobre natural, possível de ser laqueado para manter sua coloração).*