

# Capítulo 1

## INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O COBRE

### 1.1 - Aspectos históricos

O Cobre é um material puro e natural, e segundo os historiadores foi o primeiro metal utilizado pelo homem, cujo descobrimento está por volta de 13.000 AC., ocasião em que foi encontrado em sua forma natural. Posteriormente veio a substituir a pedra como ferramenta de trabalho, e na sua evolução é utilizado como arma, objeto de decoração e utensílios domésticos. Por volta de 6.500 AC. descobre-se objetos feitos em cobre na China, nas regiões situadas entre os Rios Tigre e Eufrates no Oriente Médio. Por volta de 3.000 AC. os egípcios o utilizam com desenvoltura e como prova, foram os achados na península do Sinai, no reinado de Senefru. A colonização das regiões do norte da África e do Mediterrâneo pelo Egito, permitiu que o utilizassem com eficiência nas suas inúmeras e várias atividades, pela sua excelente trabalhabilidade.

No Império Romano, com ênfase para o período entre o início da era cristã até o século IV DC., nas regiões dominadas por Roma, o cobre se fez presente, sendo largamente utilizado, cuja denominação específica era "Aes Cyprium" - metal de Cypru (Chipre), pois vinha particularmente dessa ilha, bem como das minas da Inglaterra.

Seu uso é constante pelos séculos seguintes, marcando presença na evolução tecnológica do homem. As propriedades físicas e químicas do cobre e seus derivados como o bronze e o latão, pela sua alta resistência à corrosão e durabilidade, o tornaram de significativa utilidade e funcionalidade, marcando singular presença durante a Idade Média, Revolução Industrial, Idade Moderna, até os dias atuais. Sua real dimensão para o desenvolvimento industrial se processa a partir do ano de 1831, quando Faraday descobre o gerador elétrico mas, já durante o século XIV, a Inglaterra como maior produtor, motiva a abertura de novas minas de cobre, o que posteriormente ocorre nos EUA, Chile, África do Sul, Canadá e inclusive no Brasil, na Bahia.

Neste breve histórico constata-se que este material, ao longo de sua história, pelo seu uso doméstico, industrial e na construção de **coberturas e revestimentos** de edifícios institucionais, como: religiosos, cívicos, comerciais e financeiros, vem contribuindo para o desenvolvimento de civilizações e culturas, com ênfase para a Tecnologia da Arquitetura.

### 1.2 - Informações técnicas gerais

Estas informações compreendem:

1.2.1 - *Propriedades e características técnicas;*

1.2.2 - *Eleição do tipo de cobre e dureza;*

1.2.3 - *Dilatação térmica;*

1.2.4 - *Pares galvânicos.*

#### 1.2.1 - Propriedades e características técnicas

O Cobre no seu estado natural é encontrado sob a forma de "sulfuro" com uma pureza que varia em torno de 1 a 5%. São encontrados em minas a céu aberto e subterrâneas, cuja extração se realiza por meio de processos específicos. Das minas se extrai o minério contendo de 1 a 2% de cobre, que posteriormente é britado e moído passando por células de flotação, que por sua vez o separam e o convertem num concentrado, cujo teor médio de cobre é de 30%.

Posteriormente é fundido e se constitui num produto líquido intermediário chamado **matte**, com 60% de cobre. Após passar por um conversor é transformado em **cobre blister**, com 98,5% de cobre, que passando pelo refino se molda, chegando ao **anodo** com 99,5% de pureza. Após, por meio de eletrólise constitui o **catodo**, cuja pureza chega a 99,99%. Este catodo é moldado sob diferentes formas e submetido a processos de transformação resultando em diversos produtos sob a forma de vergalhões, fios, barras e perfis, chapas, tiras, tubos e outros, nas várias aplicações da indústria.

### Características, propriedades físicas e mecânicas

O Cobre é um metal com número atômico **29** e peso atômico **63,57**. Seu símbolo na Química é Cu, e suas valências são **+1** e **+2**. Não é magnético e pode ser utilizado puro ou sob a forma de ligas com outros metais que lhe conferem excelentes propriedades químicas e físicas.

A tabela que se segue, retrata suas principais características, propriedades físicas e mecânicas.

#### Propriedades

Características	
Peso Específico / Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	8,94
Temperatura de Fusão (°C)	1.083
Temperatura de Recozimento (°C)	500
Ponto de Ebulição (°C)	2.595
Coef. de dilatação térmica linear	16,5 x 10 (-6)
Resistividade elétrica	1,673 x 10 (-6)
Condutibilidade térmica a 20 °C	0,923 unid.
Condutibilidade elétrica (% IACS)	101,0
Módulo de Elasticidade (kg/mm <sup>2</sup> )	12.000
Módulo de Rigidez (kg/mm <sup>2</sup> )	4.500

Outras características e propriedades se fazem presente, conforme tabela complementar a seguir, que mostra a boa resistência do cobre, juntamente com sua excelente maleabilidade, importante para os processos de dobra, redobra, engate (encaixe) e formas várias a que se submetem as chapas ou bandas (faixas) para dar conformidade às coberturas e telhados com esse metal.

Estado	Resistência à tração min. kgf/mm <sup>2</sup>	Alongamento	Dureza em 2" (%) (RF)
Recozido	20 - 25	45	65 máx.
1/4 Duro	24 - 30	25	60 - 84
1/2 Duro	26 - 32	14	77 - 89
Duro	30 - 36	6	86 - 93

Devido a essas características e propriedades e face ao uso a que se destina, o cobre pode ser definido e / ou eleito segundo os pormenores técnicos que se seguem.

#### 1.2.2 - Eleição do tipo de cobre e dureza

O Cobre para coberturas é fornecido sob a forma de chapas ou bandas (faixas) com determinadas dimensões em função do tamanho (comprimento) das dobradeiras existentes no mercado e / ou obra; e em bobinas de grande comprimento, cuja espessura é variável para ambos os casos. No mercado brasileiro, geralmente é fornecido em tiras e chapas provenientes das bobinas, cujos pormenores estão inseridos nas Especificações Técnicas - Capítulo 2.

Podem ser do tipo **cobre eletrolítico** ou **cobre desoxidado com fósforo**, pois são próprios para os trabalhos vinculados às coberturas. No entanto, quando existir a necessidade de soldagem recomenda-se tecnicamente utilizar o cobre desoxidado com fósforo.

Tanto as chapas como as bandas (faixas) de cobre apresentam diferentes graus de dureza segundo naturalmente o tratamento térmico que tenham sofrido e / ou submetido durante ou depois de sua laminação.

Dentre os estados resistentes, o "1/4 duro" corresponde a uma aspereza média, própria para as coberturas, tanto assim que são utilizadas em chapas como em bandas (faixas).

Dentre as várias espessuras existentes, para aquelas superiores a 0,6mm é melhor adotar o estado resistente "1/8 duro", caracterizado por ser ligeiramente áspero, que por sua vez permite uma execução mais fácil das juntas longitudinais, tornando-se mais conveniente para trabalhos que requerem muita conformação. Contrariamente, todas as partes das coberturas que queiram proporcionar uma forma rígida, juntamente com certa resistência mecânica, recomenda-se utilizar cobre "1/2 duro" também muito apropriado para calhas elevadas, cornijas molduradas, descidas, faixa de recobrimento (rufos), cumeeiras, cobrejuntas, rincões, etc.

Como esses componentes são executados diretamente nas oficinas com todo o cuidado necessário, o perigo de ruptura ao ser fixado é mínimo. No entanto, para a fabricação das calhas utiliza-se o cobre recozido ou "1/4 duro", posto que os movimentos devidos às variações de temperatura podem produzir rupturas nas fixações executadas nas chapas, fixações estas, difíceis de executar com metal frágil.

### *1.2.3 - Dilatação térmica*

Como todo material, o cobre devido às variações das temperaturas, se dilata ou se contrai de maneira sensível. Nas coberturas de cobre estes movimentos são imperceptíveis, no entanto as chapas ou bandas, que as compõem devem apresentar detalhes construtivos compatíveis com a necessária estanqueidade e impermeabilidade.

Para tanto, a colocação das chapas se fará de maneira que possam se movimentar livremente em todos os sentidos em função do seu sistema de apoio, portanto, não se recomenda fixá-los diretamente à trama estrutural da cobertura ou ao suporte base por meio de pregos, parafusos ou outros sistemas, sob pena de provocar empenamento, rupturas e como consequência a degradação da cobertura.

Admite-se que as chapas de cobre podem alcançar uma temperatura **máxima no verão de 60 °C**, para uma temperatura do ar **ambiente de 30 °C**, sendo que no inverno, a temperatura das chapas pode chegar de **-20 °C a -30 °C** em determinadas regiões.

Considerando-se uma temperatura máxima de 80 °C a 90 °C, obtem-se uma variação dimensional máxima de aproximadamente 15mm em uma chapa de 10m de comprimento. Ademais, no transcurso de um mesmo dia, no verão, a variação da temperatura do metal é muito grande e como resultado estará submetido a movimentos alternativos, concluindo-se pela necessidade absoluta de deixá-lo livre para movimentar-se assim como de protegê-lo. Para tanto é necessário interpor papel especial tipo kraft alcatroado, ou feltro asfalto, para evitar danos ao metal e criar uma barreira de vapor. Sobre o papel alcatroado ou feltro asfalto, também se utiliza a colocação de papel alumínio para evitar aderência destas barreiras de vapor com as chapas de cobre face à possíveis derretimentos destas pelo excesso do aumento de temperatura.

Seu coeficiente de dilatação de **1,65 mm / m para cada 100 °C** (3) de incremento de temperatura, é menor que o do zinco e o do chumbo (2,9) e do alumínio (2,3).

Para maiores informações, esclarecimentos e uso do cobre, veja na página seguinte, tabela do seu aumento longitudinal pela dilatação térmica, em chapas ou bandas com comprimentos de 1 a 10 metros, para as distintas variações de temperatura.

### Aumento longitudinal pela dilatação térmica em mm / m de chapas ou bandas de cobre

D °C	mm / 1m	mm / 2m	mm / 3m	mm / 4m	mm / 5m	mm / 6m	mm / 7m	mm / 8m	mm / 9m	mm / 10m
10	0.16	0.33	0.49	0.66	0.82	0.99	1.15	1.32	1.48	1.65
20	0.33	0.66	0.99	1.32	1.65	1.98	2.31	2.64	2.97	3.30
30	0.49	0.99	1.48	1.98	2.47	2.97	3.46	3.96	4.45	4.95
40	0.66	1.32	1.98	2.64	3.30	3.96	4.62	5.28	5.94	6.60
50	0.82	1.65	2.47	3.30	4.12	4.95	5.77	6.60	7.42	8.25
60	0.99	1.98	2.97	3.96	4.95	5.94	6.93	7.92	8.91	9.90
70	1.15	2.31	3.46	4.62	5.77	6.93	8.08	9.24	10.39	11.55
80	1.32	2.64	3.96	5.28	6.60	7.92	9.24	10.56	11.88	13.20
90	1.48	2.97	4.45	5.94	7.42	8.91	10.39	11.88	13.36	14.85
100	1.65	3.30	4.95	6.60	8.25	9.90	11.55	13.20	14.85	16.50

Fonte: Bibliografia 3 - pg 9.

**Observação:** A tabela acima orientará na adoção das folgas, representadas pelas juntas à serem previstas no detalhamento e execução das coberturas em cobre.

Outro pormenor técnico a ser considerado na tecnologia desse material diz respeito aos *Pares galvânicos*.

#### 1.2.4 - Pares galvânicos

Quando se coloca em contato **dois metais diferentes** em presença de um eletrólito, como a água ligeiramente ácida, se produz entre eles um **par galvânico**, que por sua vez resulta na destruição daquele mais eletronegativo.

Experimentalmente concluiu-se por uma classificação eletroquímica dos metais mais usuais; assim sendo, na escala de valores (índices) crescentes, tem-se:

- |              |             |            |
|--------------|-------------|------------|
| 1 - ALUMÍNIO | 4 - NÍQUEL  | 6 - CHUMBO |
| 2 - ZINCO    | 5 - ESTANHO | 7 - COBRE  |
| 3 - FERRO    |             |            |

**Observação:** O cobre tem índice (7), portanto alto.

Quando dois metais desta lista estão em contato, na presença de uma **solução salina ou ar úmido**, o metal com **índice mais baixo se corroe**. Esta corrosão é tão mais rápida, quanto mais distante se encontrem os metais na escala eletroquímica, sendo inclusive muito rápido se os metais são contíguos na série, sobretudo se o eletrólito é a água de chuva (que não contém sais em dissolução).

**Face ao exposto tem-se que evitar sempre o contato direto do "cobre - ferro", "cobre - zinco" ou "cobre - alumínio", pois são os metais mais usuais nas coberturas**, sob pena de serem corroídos pelo cobre. Assim sendo quando se executar uma cobertura em cobre, deve-se eliminar principalmente todo o contato com o ferro, que se oxidará rapidamente.

Quando não se pode evitar o contato do cobre com outros metais, é necessário colocar entre ambos um elemento isolante, que pode ser, segundo determinados casos, uma chapa de chumbo, uma camada de feltro asfalto ou uma pintura betuminosa, etc. No entanto, estes isolantes perdem sua função quando a água da chuva se faz presente nas chapas de cobre passando para o outro metal; resultando que este último se corroerá rapidamente (salvo o chumbo).

Portanto, nas coberturas de cobre, deve-se evitar o uso de calhas, condutores e outros acessórios de zinco, alumínio, ferro galvanizado ou fundido. Outro pormenor a ser considerado diz respeito à ação da umidade atmosférica e da água sobre o cobre, pois formam **sais de cobre** que, parcialmente lavados pela água das chuvas, podem entrar em contato com o metal das calhas e dos condutores, diferentes do cobre, formando pares galvânicos resultando num processo de corrosão. Em contrário, no caso de uma cobertura de alumínio e / ou zinco, as calhas podem ser de cobre, contanto que se evite o contato direto entre os metais.

### **1.3 - Atributos e características complementares do cobre**

Estão subdivididos em:

1.3.1 - Principais atributos;

1.3.2 - Características e atributos complementares;

1.3.3 - Facilidade de trabalho.

#### *1.3.1 - Principais atributos*

Os principais atributos do uso do cobre, com ênfase para as **coberturas**, podem ser resumidos nas frases e argumentos que se seguem, face às suas propriedades e características mais representativas e inerentes:

- **Durabilidade**

É um material com vida útil longa por sua extraordinária resistência à corrosão inclusive face às atmosferas agressivas das grandes concentrações urbanas. É portanto durável, chegando inclusive em condições normais de uso a durar por mais de uma centena de anos.

- **Versatilidade e trabalhabilidade**

Pela sua versatilidade de desenho combina e se adapta às várias soluções e desafios propostos pelos arquitetos e demais profissionais da Construção Civil, dando forma e condições para atender o bom desempenho técnico das coberturas, dos revestimentos nos sistemas de vedos e pormenores decorativos.

Detalhes extremamente complexos podem ser executados em cobre devido à sua excelente ductilidade, podendo inclusive ser **trabalhado** em baixas temperaturas. A rapidez de seu manejo, colocação e união de suas chapas permite um amplo agenciamento de formas por parte dos Arquitetos, associado a uma significativa redução dos custos na mão-de-obra.

- **Aspecto estético e imagem distinta**

A significativa e ampla gama de coloração do cobre combina e harmoniza-se bem com outros materiais de construção. Sua pátina, formada ao longo do tempo lhe dá um aspecto singular, cuja imagem distinta se faz presente na sua vida útil.

Esteticamente suas cores obtidas por processos naturais ou artificiais, aliadas às possibilidades de composição de suas dobraduras, num jogo contínuo de luz e sombra, dão-lhe também um alto **valor estético** com requintes de beleza e nobreza. Assim, confere aos edifícios categorias diferenciadas, dignidade e caráter de obra de arte, onde sua textura se realça com singularidade que os demais materiais utilizados nas coberturas não possuem.

- **Econômico**

O cobre, tecnicamente se torna uma boa opção de uso econômico, pois não necessita de manutenção ou limpeza. Seu custo inicial e final são minimizados pela utilização racional dos seus perfis e acessórios, principalmente nas coberturas dos edifícios apresentando excelente desempenho, com um **custo x benefício** compatível e acessível, pois oferece melhores condições de competitividade frente a outros metais.

- **Reciclável**

Apresenta características significativas pela sua reciclagem sem a perda de suas propriedades físicas, químicas, mecânicas e outras que o recomendam como solução definitiva na arquitetura, num estreito vínculo com o patrimônio histórico e cultural das cidades.

Outras **características e atributos** também se fazem presentes, complementando as anteriormente enfatizadas; dentre elas destacam-se:

### *1.3.2 - Características e atributos complementares*

- **Coloração distinta**

Como já enfatizou-se anteriormente, as superfícies de recobrimento de cobre adquirem determinadas cores. Essas vão desde o **dourado** (natural) ao **verde pálido** (maturado), passando por vários tons de café. Esta característica será tratada em detalhes no capítulo alusivo às **pátinas**. Permite-se selecionar a cor e a tonalidade adequada à cada edifício, por meio da aplicação de pátinas artificiais e das lacas (vernizes) para mantê-las. As tonalidades se formam por meio natural com o passar do tempo e com a qualidade atmosférica de cada localidade. No entanto em ambientes agressivos, contaminados e sem a proteção devida resultarão numa cor negra em pouco tempo.

No universo das **resistências**, o cobre se sobressai de maneira significativa, conforme segue:

- **Resistência à corrosão**

Sua resistência se fundamenta na formação das pátinas, que por sua vez permite obter durações de uso que superam 100 anos, inclusive em ambientes marinhos. As lâminas de cobre com o passar do tempo adquirem em sua superfície uma película que protege o restante do metal da corrosão, caracterizando uma auto defesa, liberando o usuário da manutenção, regra geral deficiente para a maioria das coberturas dos edifícios, principalmente aqueles vinculados ao poder público (institucionais), sendo que este pormenor apresenta uma importante vantagem econômica.

- **Resistência mecânica**

Possui boa resistência mecânica de forma a resistir aos esforços no processo de dobragem, encaixes e manipulação por parte dos operários. Por outro lado, se as lâminas forem reforçadas por meio de dobraduras, obtêm-se resistências entre os dois pontos de apoio, para cargas até 450 kg/m<sup>2</sup>.

- **Resistência aos agentes biológicos**

As pesquisas e experiências do uso e aplicações no campo da edificação industrial contaminante, juntamente com o aço inoxidável, tem revelado que são os materiais mais resistentes à ação dos ácidos e detergentes fortes. Oferece outrossim superfícies passíveis de serem lavadas, sem corroer-se e tampouco são nocivos à saúde.

- **Resistência ao fogo**

Pela sua alta temperatura de fusão (1.083 °C), é resistente ao fogo apresentando um retardamento significativo na sua propagação frente a outros materiais.

- **Resistência à trocas de temperatura**

As causas mais comuns do surgimento de patologias no sistema de coberturas em geral, são as contínuas variações de temperatura e a deterioração dos materiais, obrigando os usuários a freqüentes e onerosas reparações. Estas falhas não se apresentam nas coberturas em cobre, pois o mesmo se expande e se contrai consideravelmente menos que os outros materiais. Quantitativamente se movimenta em cerca de 40% menos que o chumbo e o zinco. Outra característica técnica e atributo que se faz presente diz respeito à sua fácil trabalhabilidade.

### 1.3.3 - Facilidade de trabalho

Sua **ductilidade** é superior aos demais materiais utilizados nas coberturas, isto facilita a colocação e união das lâminas, permitindo cobrir e / ou telhar construções / edifícios segundo os mais variados tipos e formas.

Face o exposto, é possível formular os argumentos que se seguem de forma a instrumentalizar os arquitetos e outros profissionais para suas tomadas de decisões. Para tanto pode-se afirmar, segundo **“Informe Final - El Cobre en Cubiertas y Revestimientos” - Procobre - Chile. 1992 (24)** que:

#### **“Um primeiro gasto, será o último gasto”-**

Nas coberturas dos edifícios o cobre se torna numa boa e efetiva inversão a longo prazo. Suas lâminas são fáceis de manufaturar e instalar, e devido ao seu baixo peso não requer sistema de estrutura que resista a grandes esforços. Corretamente projetada, fabricada e montada irá requerer uma pequena manutenção durante sua vida útil. Por outro lado conseguindo-se custos de inversão competitivos, o cobre se torna uma opção favorável para as coberturas e para revestimentos de fachadas. Portanto, **um primeiro gasto, será o último gasto.**

#### **“Uma primeira aplicação será a última aplicação” -**

Como anteriormente enfatizou-se, o cobre possui características únicas que contribuem para a sua longa vida útil, dentre elas tem-se: baixo coeficiente de expansão térmica; alta

resistência aos ambientes agressivos (biológicos e agentes ácidos) e alta resistência corrosiva. Assim sendo, para se obter coberturas sem problemas técnicos dentro de uma área com temperaturas, climas e meio ambiente variados, o cobre responde a esses desafios com eficiência face às comprovações havidas por séculos de uso.

#### **“Uma primeira impressão, uma imagem duradoura” -**

Quando está novo, recém instalado, na cor avermelhada e quando adquire a cor pátina verde, após sua maturação, o caracteriza como um material natural, digno de consideração nos seus atributos estéticos, permitindo aos arquitetos nos dias atuais sua recuperação e inserção na arquitetura contemporânea como material útil e nobre, dando ao edifício imagem duradoura.

#### **“Uma primeira eleição, a última opção”-**

O cobre é manufaturado de acordo com as normas internacionais e está disponível numa gama variada de tamanhos de lâminas e espessuras. Aliado a estes pormenores, acrescenta-se a formação e capacitação de mão-de-obra especializada, por meio de cursos teórico-práticos, de maneira a incentivar o acesso desse material para os arquitetos e demais profissionais vinculados à Construção Civil, possibilitando assim sua **eleição como a última e correta opção.**

## 1.4 - Qualidade e aplicações arquitetônicas

### 1.4.1 - Qualidades arquitetônicas

A **qualidade arquitetônica** está diretamente vinculada à satisfação das exigências de uso no sentido amplo da expressão, abrangendo assim o uso dos espaços e equipamentos no universo das escalas urbanas, onde a percepção espacial de comportamentos associados ao uso e a satisfação técnico - funcional e humana, dada pelas condições ambientais, se complementam e interagem.

O cobre, pela sua durabilidade, segurança, agradabilidade, atratividade, funcionalidade, adaptabilidade e outros pormenores se enquadra de forma significativa no conceito acima exposto. A história da arquitetura, durante séculos, tem revelado essas características e atributos, principalmente pelo uso do cobre, do latão e do bronze nos sistemas de coberturas, vedos e revestimentos de edifícios nas várias categorias de uso, com destaque para os institucionais.

Seu bom desempenho técnico vem portanto desde a antiguidade, passando pela Idade Média, Idade Moderna até os dias atuais. Já a partir da revolução industrial e princípios deste século, as edificações marcam mais fortemente o emprego dos metais na arquitetura, com destaque para aqueles vinculados aos “palácios de metal e cristal”.

Todo esse processo se estendeu para os movimentos ligados à “Art Decô”, “Bauhaus” e mais recentemente para o “High Tech”, que com a utilização dos metais e cristais revelaram e revelam uma forte expressão de materialidade nos seus edifícios.

Com o deconstrutivismo, a busca e o uso de materiais naturais, o cobre renasce na sua força de expressão para a arquitetura contemporânea. Como testemunho de seu uso destacam-se arquitetos internacionalmente renomados como: Frank L. Wright, Frank Ghery, Norman Foster, Richard Rogers, Renzo Piano, entre outros de igual importância, que incorporaram e utilizaram e / ou utilizam o cobre nas coberturas e revestimentos de seus edifícios, dando-lhes caráter específico de qualidade de criação, de construção e de maior expressão projetual.

Seu uso oferece aos arquitetos a possibilidade de encontrar para determinados pormenores e componentes do edifício, uma imagem distinta para a arquitetura contemporânea, com ênfase para o coroamento dos edifícios, representado pelas suas coberturas em cobre, que por sua vez, os distinguem dos demais pela inserção da “**quinta fachada**”, num processo contínuo de enriquecimento e valorização dos edifícios.

#### *1.4.2 - Aplicações arquitetônicas*

Em complementação ao item anterior, a valorização das qualidades arquitetônicas do cobre são encontradas e realçadas nas suas inúmeras aplicações destacando-se:

##### **a) - Coberturas / Tetos**

Também denominadas por coberturas de edifícios, são regra geral, desenhadas e projetadas sob as mais variadas formas. Na sua execução empregam-se lâminas lisas ou nervuradas de cobre dispostas vertical e horizontalmente (paralela ou perpendicular cumeeira). Suas juntas, são elevadas (encaixadas e / ou dobradas) sobre caibros de madeira, também chamados de “listones” pelos técnicos e arquitetos chilenos e espanhóis.

Por outro lado, também se empregam telhas estampadas dando-lhes relevos semelhantes às telhas cerâmicas.

##### **b) - Calhas e Condutores**

A execução e uso das calhas e condutores de cobre para escoamento das águas pluviais são praticamente iguais às de chapa galvanizada, embora com melhor desempenho técnico cujos elementos constituintes se unem por recobrimento simples ou encaixe por achatamento (compressão). No entanto, em ambos os casos, torna-se indispensável a solda das juntas de maneira a assegurar melhor a sua estanqueidade, sendo que nas calhas recomenda-se também a adoção de rebites nas uniões.

As calhas podem ser executadas utilizando-se bandas (lâminas) largas, com o que se minimiza em muito o número de uniões. As espessuras mais comuns para as placas de cobre estão em torno de 0,5 a 0,8mm, e a têmpera recomendada é o “1/4 duro”.

As calhas suspensas também se inserem nesse processo, sendo as mais utilizadas as de perfil semicircular, cujo diâmetro está em torno de 150mm ou mais, dependendo da área de incidência da cobertura no escoamento das águas pluviais.

##### **c) - Paredes verticais**

Na sua execução, normalmente pode-se utilizar placas de cobre puro ou ligas com comprimento em torno de 3m, dependendo da dobradeira existente, e espessuras variando de 0,4 a 0,6mm. Seu processo construtivo se caracteriza pela adoção e fixação de um requadro formado por uma retícula de madeira maciça (sarrafos) no elemento suporte (parede tijolos ou de concreto) mediante parafusos de latão e / ou similar. As áreas ocas existentes entre sarrafos, formadores da retícula, devem ser preenchidas com isolante térmico e acústico, dependendo das condições ambientais.

Sobre esse reticulado de madeira fixa-se o suporte base de madeira (compensado ou aglomerado) que por sua vez irá receber as chapas de cobre. É de boa técnica permitir a livre dilatação das chapas, para tanto, os orifícios onde se inserem os parafusos ou pregos de cobre devem ser executados com diâmetros maiores que estes.



**d) - Coroamento das paredes e cumeeiras**

Para proteger eficazmente o coroamento das paredes e cumeeiras das coberturas, utiliza-se placas de cobre ao longo de sua superfície visando sua proteção aos fortes ventos, chuvas e condições atmosféricas adversas. Para tanto, adota-se placas de cobre tipo "1/4 duro ou semiduro", com espessura de 0,4 a 0,6mm; sendo que as juntas transversais são executadas por sobreposição e solda.

**e) - Juntas de dilatação dos edifícios**

Os efeitos de dilatação e contração das estruturas dos edifícios pela variação das temperaturas ambientais podem originar nos mesmos patologias construtivas. Para saná-las é de boa técnica dividir as estruturas em tramos, na ordem de 30m de comprimento cada, por meio de juntas de dilatação, que por sua vez, dentre as várias soluções para evitar ingresso de águas pluviais, se utiliza com êxito comprovado as lâminas de cobre.

**f) - Decoração interior**

A arquitetura de interiores tem utilizado o cobre para revestir paredes, portas, móveis e equipamentos para áreas comerciais e serviços; bem como na confecção de grades, corrimãos, placas, objetos de arte e utensílios domésticos.

A seguir fotos representativas dos vários usos do cobre na Arquitetura, Construção Civil e outras áreas:

- 1 - **Catedral da Sé** - São Paulo - Brasil  
Arqº. Maximiliano Hehl - 1913
- 2 - **Maison Drager** - Berkeley - Califórnia - USA  
Arqº. Franklin D. Israel
- 3 - **Edifício Birmann 11/12** - São Paulo - Brasil  
Arqº. RTKL Associates INC. Ltd.  
Arqºs. Edison Musa e Jaci Hargreaves
- 4 - **New Metrópolis**  
Centro de Experiências Científicas e Tecnológicas  
Amsterdã - Holanda  
Arqº. Renzo Piano
- 5 - Equipamentos e utensílios domésticos em cobre
- 6 - **Pub Watson** - Rennes - França  
Ateliers Chouan
- 7 - **Escultura de bronze** - World Trade Center - NY - USA  
Fritz Koenig





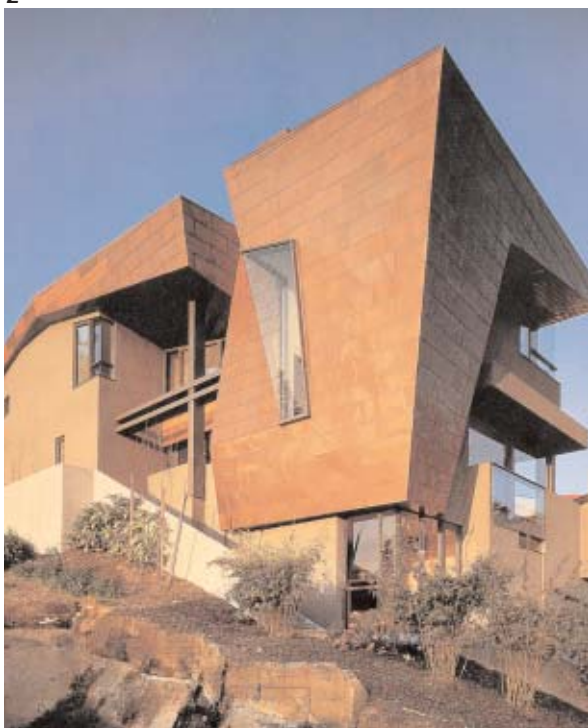
1



3



6



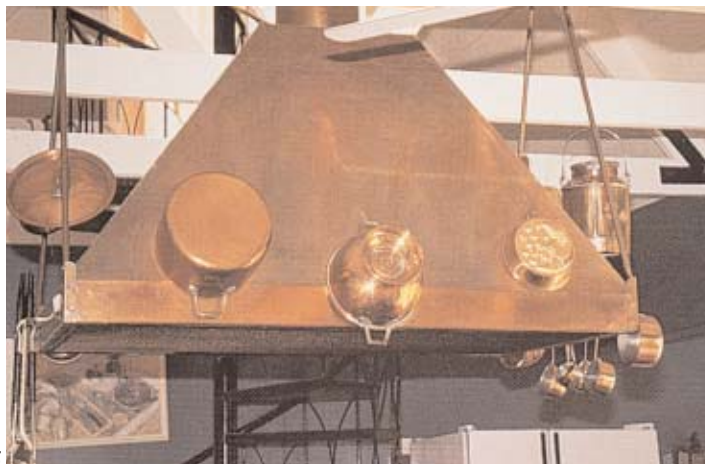
2



4



7



5

- 1 - Catedral da Sé - São Paulo - Brasil
- 2 - Maison Drager - Califórnia - USA
- 3 - Edifício Birmann 11/12 - São Paulo - Brasil
- 4 - New Metrópolis - Amsterdã - Holanda
- 5 - Equipamentos e utensílios domésticos
- 6 - Pub Watson - Rennes - França
- 7 - Escultura de bronze - NY - USA