

Capítulo 2

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA COBERTURAS

Todo projeto executivo de um edifício deve vir acompanhado das especificações técnicas segundo as normas técnicas vigentes no país, acompanhadas em casos determinados, das normas internacionais.

Assim sendo, todo o processo de fabricação, montagem e instalação de uma cobertura de cobre deve, dentro da boa técnica, incluir todos os materiais, manufaturas dos componentes e elementos indicados nos projetos e especificações técnicas de forma a possibilitar a completa instalação das lâminas de cobre.

Estas lâminas, pelas suas características específicas deverão ser manejadas com cuidado face à qualidade necessária e beleza singular do material; sendo portanto motivo de recusa contratual a existência de patologias, como perfurações, porosidades, fissuras, amassados e outros pormenores técnicos comprometedores ao seu bom desempenho.

2.1 - O material

O cobre, a partir do seu estado natural passa por vários processos de industrialização conforme exposto anteriormente no item 1.2.1 - *Propriedades e características técnicas*.

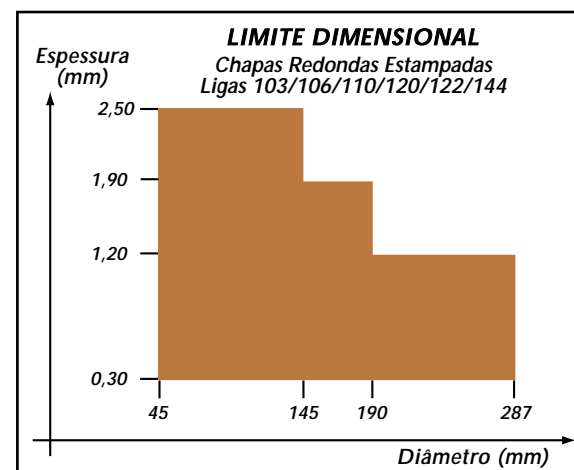
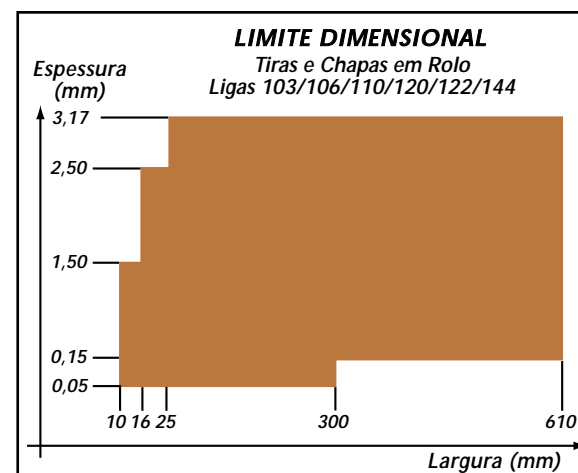
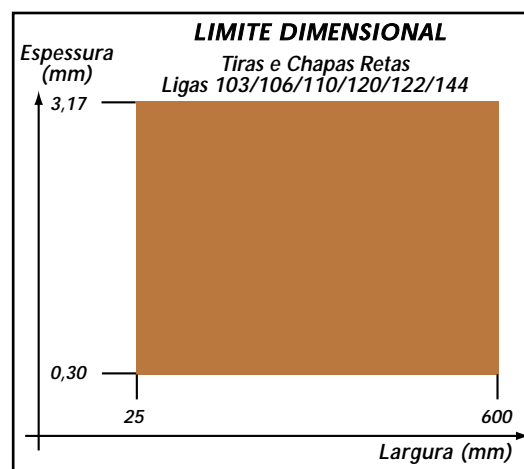
Segundo bibliografia específica, existem basicamente 3 (três) tipos de cobre:

ETP - Cobre eletrolítico, o qual possui um mínimo de 99,9% de cobre acrescido de prata.

DLP - Cobre desoxidado com fósforo com baixo teor residual, o qual possui um mínimo de 99,9% de cobre mais prata e 0,005 a 0,012 % de fósforo.

DHL - Cobre desoxidado com fósforo com alto teor residual, que possui 0,013 a 0,05% de fósforo residual.

Os laminados de cobre produzidos pela indústria brasileira são fornecidos em tiras e chapas em rolo, cujos limites dimensionais, padrão Eluma S/A Indústria e Comércio (11), vem a seguir, sob a forma de gráficos:



As tiras e chapas de cobre mais usuais nas coberturas dos edifícios são as ligas LNM - 120 e 122, que por sua vez existem no mercado dos materiais de construção. Suas especificações fundamentam-se em 3 (três) representativos pormenores: **Composição química, Propriedades físicas e Propriedades mecânicas**, cujos detalhes qualitativos e quantitativos seguem sob a forma de tabela:

Composição química

Liga LNM	Composição química		Ligas equivalentes	
	% Cu	% P	ASTM	DIN
120	99,90 mín.	0,004 a 0,012	C12000	SW-CU
122	99,90 mín.	0,015 a 0,040	C12200	SF-CU

Propriedades físicas

Propriedades	Ligas	
	120	122
Densidade a 20 °C (g/cm ³)	8,94	8,94
Condutibilidade Térmica a 20 °C (cal/cm ² /cm/s/°C)	0,910	0,810
Calor Específico a 20 °C (cal g/°C)	0,092	0,092
Condutibilidade Elétrica (% IACS) Recozido	98,0	85,0
Resistividade Elétrica a 20 °C ($\mu \Omega$ cm) Recozido	1,76	2,03
Ponto de Fusão (°C)	1.083	1.083
Coef. de Expansão Térmica a 20 - 300 °C (°C-1)x 10-5	1,77	1,77
Módulo de Elasticidade (kg/mm ²)	12.000	12.000
Módulo de Rigidez (kg/mm ²)	4.500	4.500

Propriedades mecânicas

Têmpera	RT kgf/mm ²	LE(*) kgf/mm ²	Dureza (RF)	Alongamento em 2" (%)
Mole	20 - 25	8	65 máximo	45
1/4 Duro	24 - 30	21	60 - 84	25
1/2 Duro	26 - 32	25	77 - 89	14
Duro	30 - 36	32	86 - 93	6

Nomenclaturas: RT - Resistência à tração, LE - Limite de escoamento, RF - Rockwell F (dureza).

Dados extraídos do catálogo Eluma S.A. Indústria e Comércio (11).

(*) Valores referenciais baseados no CDA.

2.2 - Espessuras e dimensões das lâminas

Segundo os arquitetos e técnicos do Chile, onde o cobre tem maior tradição de uso na Construção Civil, as espessuras mais utilizadas nos revestimentos com lâminas de cobre são: 0,3 a 0,4mm para coberturas com juntas encaixadas / elevadas ou telhas; 0,5mm para peças especiais como calhas e condutores; e excepcionalmente utilizam espessuras maiores que 0,6mm para peças artísticas ou decorativas.

As dimensões de lâminas mais recomendadas para coberturas e revestimentos de cobre, são pranchas de 450 a 610mm de largura por 2000 a 3000mm de comprimento.

A seguir, tabelas das pranchas de cobre contendo: medidas, pesos, dimensões e espessuras para coberturas com lâminas encaixadas e inclinações recomendadas para coberturas de cobre, segundo técnicos do PROCOBRE-CHILE.

Inclinações recomendadas para coberturas

Caimento (%)	Detalhes / inclinações recomendadas em graus (°)
1,8 %	= 1° mínimo para coberturas com comprimentos contínuos
5,4 %	= 3° mínimo para coberturas com maior nervura
12,0 %	= 6,5° mínimo para telhas
20,0 %	= 11,1° para inclinação média universal de coberturas
100,0 %	= 45° para inclinação forte

Pranchas de cobre: espessuras, pesos e medidas

Espessuras (mm)	Peso (kg/m ²)	Largura da calha (mm)	Largura da prancha (mm)	Comprimento da prancha (m)
0,3	2,67	500 a 550	600	1,8 a 2,0
0,4	3,56	500 a 550	600	1,8 a 2,0
0,5	4,45	650 a 675	750	2,0 a 2,5
0,6	5,34	650 a 675	900	1,5 a 2,2
0,7	6,23	850 a 875	1.000	1,5 a 3,0

Fonte: Bibliografia 24 - pág. 53.

Outro pormenor técnico a ser considerado diz respeito às dimensões de flechas contínuas, especialmente indicadas para desenvolver perfis para condutores, abraçadeiras de fixação e outros elementos. Para estes as larguras mais comuns são de 10" a 24" com espessuras que variam, de 0,4 a 0,6mm.

2.3 - Materiais para fixações, encaixes e uniões

Os elementos básicos a serem utilizados para fixações, encaixes e uniões das lâminas de cobre são: pregos, parafusos, abraçadeiras fixas, de expansão e de soldagem, cujos pormenores vem a seguir:

• Pregos:

Estes devem ser em cobre duro ou liga de cobre, com cabeça grande e plana similar ao do tipo "terrano", oriundo do Chile, de seção circular, retorcidos ou dentados. Também podem ser de seção quadrada com arestas de maneira a evitar a movimentação produzida pela variação das temperaturas. Seus comprimentos variam entre 7/8" a 1". Registre-se que em hipótese alguma se deve utilizar pregos lisos, pois não são indicados para fixar as lâminas de cobre, principalmente a plaquetas de fixação.

• Parafusos:

Observar que todos os acessórios para se fixar as lâminas de cobre, e neste caso os parafusos, deverão ser de cobre, bronze ou ligas de cobre contendo arruelas e porcas do mesmo material.

Se porventura sua fixação for em uma base de madeira (compensado, aglomerado ou madeira maciça) os parafusos devem ser de cabeça frezada de 7/8", separados no máximo a cada 500mm de distância.

• Abraçadeiras:

Também devem ser de cobre, geralmente, produzidas no próprio local da obra por técnicos, com espessura mínima de 0,6mm, cuja largura varia entre 10 a 300mm. Seus encaixes podem ter forma de estribo ou plaquetas lisas dependendo do sistema de cobertura a ser adotado.

• Soldagem:

É de boa técnica soldar uniões dos elementos e componentes de cobre, tais como: calhas, condutores de águas pluviais e caixas de captação com soldas de estanho, contendo um mínimo de 20% e um ótimo de 40% de estanho puro a um ponto de fusão de 260 °C.

Deve-se eleger a soldagem adequada ao tipo de união que se pretende executar, pois dependerá dos materiais utilizados, equipamento de soldagem, impurezas da superfície, fundente adequado e pessoal técnico especializado e competente; caso contrário poderá haver insucesso no processo, comprometendo o bom desempenho das peças.

2.4 - Feltro impermeabilizante

Sob toda instalação das lâminas de cobre, como: coberturas planas e inclinadas, calhas e outros componentes, é de boa técnica inserir uma base de feltro asfalto. Tem por missão impermeabilizar, canalizar as águas de condensação, prever um grau de isolamento térmico e conseqüentemente amortecer o ruído produzido pelo impacto do vento e da chuva.

Outro pormenor técnico da adoção do feltro em questão, é a diminuição do efeito das possíveis desigualdades e rugosidades da base de fixação das coberturas e / ou superfícies verticais e planas. Para substituir o feltro pode-se utilizar outros produtos do tipo geotêxtil ou papel kraft alcatroado.

Por outro lado, considerando que as lâminas de cobre têm espessuras relativamente pequenas, em torno de décimos de mm, é também de boa técnica colocar sobre o feltro uma segunda membrana constituída de cartão ou papel alumínio que por sua vez é instalada juntamente com a colocação de cada prancha de cobre no suporte base de madeira.

2.5 - Manufatura-Preparação

As superfícies sobre as quais as lâminas de cobre serão aplicadas devem ser iguais, niveladas e totalmente livres de defeitos. É de responsabilidade do construtor manifestar-se antecipadamente sobre qualquer dificuldade que o impeça ou impossibilite a execução de uma instalação de cobre de primeira qualidade.

Todos os pregos fixados no suporte base (compensados, aglomerados ou madeira maciça) devem ser devidamente repuxados e embutidos. Em geral, a área de trabalho deve manter-se totalmente limpa para se otimizar todo o processo de instalação.

2.6 - Execução das pranchas

As pranchas de cobre devem ser dobradas, por meio de uma dobradeira mecânica, acionada manualmente ou por freio hidráulico. Os cortes e as uniões encaixadas, realizadas manualmente, devem ser executadas dentro do possível, numa bancada apropriada, com ferramentas específicas para o trabalho em metal, evitando inclusive ferramentas artesanais.

Os ângulos das dobraduras para produzir uniões trabalhadas do tipo engatilhado (encaixado), devem ser executadas observando-se as tolerâncias face à dilatação e contração das pranchas, objetivando-se evitar danos, durante a execução da cobertura.

