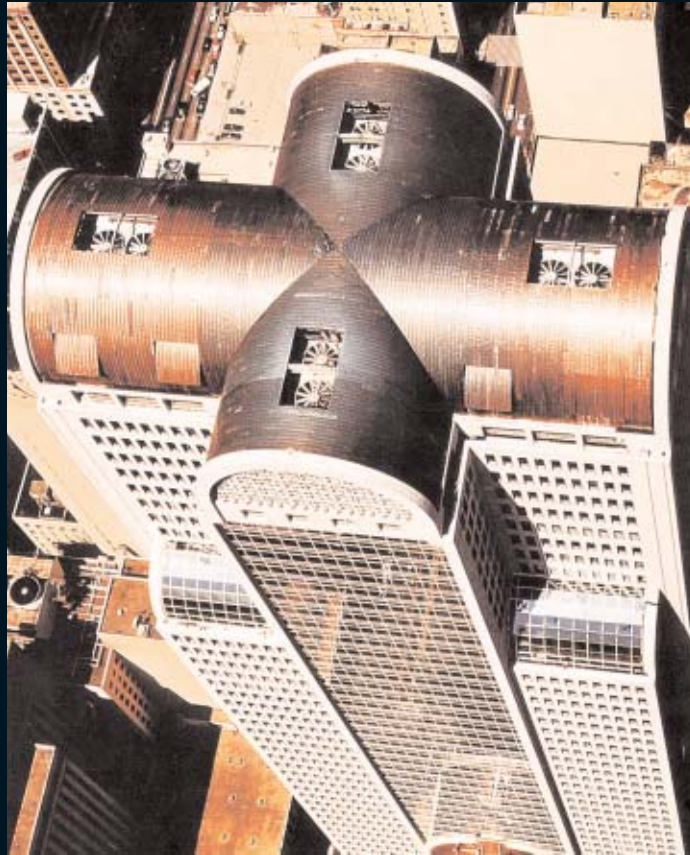


TECNOLOGIA DO COBRE NA ARQUITETURA

COBERTURA DE EDIFÍCIOS

Copyright © 2003 - Todos os direitos reservados e protegidos
Será permitido o download gratuito do(s) arquivo(s) eletrônico(s) desta publicação para o seu computador, para uso próprio, podendo inclusive ser impressa para melhor leitura ou visualização pelo usuário. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, traduzida ou comercializada total ou parcialmente sem autorização prévia por escrito dos detentores dos direitos autorais. Os infratores serão processados na forma da lei.

TECNOLOGIA DO COBRE NA ARQUITETURA



COBERTURA DE EDIFÍCIOS

TECNOLOGIA DO COBRE NA ARQUITETURA

COBERTURA DE EDIFÍCIOS

Esta publicação técnica tem como finalidade servir como instrumento de trabalho a todos os profissionais, sejam eles Arquitetos, Engenheiros, Técnicos, Construtores e Empresários, que necessitem projetar e executar coberturas em cobre.

Queremos expressar nossos agradecimentos a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desta publicação e em especial à "International Copper Association" cujo patrocínio e ajuda econômica tornou possível esta obra.

PROCOBRE - Instituto Brasileiro do Cobre

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
(CÂMARA BRASILEIRA DO LIVRO, SP, BRASIL)

Simões, João Roberto Leme, 1936-
Tecnologia do cobre na arquitetura : cobertura de
de edifícios / João Roberto Leme Simões. -- São
Paulo : Pini ; PROCOBRE - Instituto Brasileiro
do Cobre, 1998.

Bibliografia.
ISBN 85-7266-102-6

1. Arquitetura - Detalhes 2. Coberturas - Cobre
I. Título

98-3444

CDD-721.5

Índices para catálogo sistemático:

1. Coberturas em cobre : Edifícios :
Arquitetura 721.5
2. Cobre nas coberturas : Edifícios :
Arquitetura 721.5

Coordenação geral: Eng. Antonio Maschietto Jr.

Colaboração: Arquiteto Manoel Benedito Barbosa

**Projeto gráfico, produção, editoração, fotolito
e impressão:**

Victory Propaganda e Marketing

Rua João Ramalho, 156 - 05008-000 - São Paulo - Brasil

Tel. / Fax: (11) 3675-7479

e-mail: victory@victorydesign.com.br

Foto de capa: Momentum Place, Dallas, Texas - USA

Arquiteto John Burgee - 1989

PROCOBRE - Instituto Brasileiro do Cobre

Entidade sem fins lucrativos com o objetivo de difundir o uso do cobre.

Av. Brigadeiro Faria Lima, 2128 - conj. 203 - 01451-903

Tel.: (11) 3816-6383 - São Paulo - Brasil

e-mail: unicobre@procobrebrasil.org

internet: www.procobrebrasil.org

Editora Pini Ltda.

Rua Anhaia, 964 - 01130-900 - São Paulo - Brasil

Tel.: (11) 3352-7558

e-mail: manuais@pini.com.br

1ª edição - AGO/98

Tiragem: 3.000 exemplares

Reimpressão: 1.000 exemplares - Junho/1999

Reimpressão: 1.000 exemplares - Junho/2000

ÍNDICE

INTRODUÇÃO 3

CAPÍTULO 1

INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O COBRE 5

1.1 - Aspectos históricos

1.2 - Informações técnicas gerais

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

1.3 - Atributos e características complementares do cobre

1.3.1 - Principais atributos

1.3.2 - Características e atributos complementares

1.3.3 - Facilidade de trabalho

1.4 - Qualidade e aplicações arquitetônicas

1.4.1 - Qualidades arquitetônicas

1.4.2 - Aplicações arquitetônicas

CAPÍTULO 2

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA COBERTURAS 15

2.1 - O material

2.2 - Espessuras e dimensões das lâminas

2.3 - Materiais para fixações, encaixes e uniões

2.4 - Feltro impermeabilizante

2.5 - Manufatura - Preparação

2.6 - Execução das pranchas

CAPÍTULO 3

ELEMENTOS CONSTRUTIVOS - TRABALHOS PRÉVIOS 19

3.1 - Informações preliminares

3.2 - Estrutura para montagem

3.3 - Suporte base de concreto armado

3.4 - Suporte base de madeira

3.5 - Aglomerados e compensados

3.6 - Feltro asfalto

3.7 - Pregos e parafusos

3.8 - Plaquetas de ancoragem

3.9 - Soldagem

3.10 - Estanhado

3.11 - Soldagem branda

3.12 - Calafetação das juntas

3.13 - Ventilação sob a cobertura

CAPÍTULO 4

SISTEMAS DE COBERTURAS EM COBRE -

DETALHES CONSTRUTIVOS 33

4.1 - Juntas encaixadas

4.1.1 - Descrição das juntas encaixadas e das ferramentas

4.1.2 - Margens para juntas encaixadas

4.1.3 - Ferramentas - Descrição e medidas

4.1.4 - Descrição da soldagem

4.1.5 - Descrição das bordas e juntas

4.2 - Outras juntas

4.2.1 - Juntas sobrepostas

4.2.2 - Junta Milano

4.2.3 - Junta para fundos

4.2.4 - Junta Pittsburgh

4.2.5 - Juntas elevadas simples e juntas elevadas sobre caibros

4.2.6 - Comparação entre juntas elevadas e juntas sobre caibros

4.3 - União das lâminas / chapas

4.3.1 - Tipos básicos

4.3.2 - Características e funções das uniões

4.3.3 - Outras uniões da vertente com paredes

4.3.4 - União escalonada

4.3.5 - União com saliências diversas

4.4 - Instalação das bandejas / pranchas - Detalhes

CAPÍTULO 5

TIPOS DE COBERTURAS EM COBRE 77

5.1 - Coberturas em bandas horizontais

5.1.1 - Junta plana longitudinal / horizontal (T1)

5.1.2 - Junta plana escalonada / horizontal (T2)

5.2 - Coberturas em bandas verticais

5.2.1 - Tipo (T3) - Juntas elevadas encaixadas simples

5.2.2 - Tipo (T4) - Juntas elevadas encaixadas - aba abatida

5.2.3 - Tipo (T5) - Juntas elevadas com caibros

5.3 - Coberturas com perfil nervurado em rolo

5.4 - Coberturas com "Multi-clad"

5.5 - Coberturas com telhas de cobre

5.5.1 - Estampada retangular oitavada

5.5.2 - Telhas retangulares

5.5.3 - Telhas retangulares - placas maiores

5.5.4 - Telhas hexagonais

5.5.5 - Telhas estampadas - gota d'água

5.5.6 - Telhas estampadas - meia lua

5.5.7 - Telha espanhola

5.5.8 - Outros tipos de telhas

CAPÍTULO 6

CALHAS, CONDUTORES E ACESSÓRIOS 93

6.1 - Calhas

6.2 - Suporte base de madeira da calha

6.3 - Suporte base de concreto e / ou de pedra

6.4 - Dilatação das calhas

6.5 - Calhas suspensas, suportes e / ou

6.6 - Condutores e acessórios

CAPÍTULO 7

COLORAÇÃO — A PÁTINA DO COBRE 107

7.1 - Pátina natural

7.2 - Pátina artificial

7.2.1 - Considerações técnicas gerais

7.2.2 - Patinado negro

7.2.3 - Patinado azul

7.2.4 - Patinado amarelo

7.2.5 - Patinado gris

7.2.6 - Patinado café

7.2.7 - Patinado verde

7.2.8 - Patinado vermelho

7.3 - Revestimentos cromados e coloridos artificialmente

7.4 - Lacas - vernizes e ceras

CAPÍTULO 8

ASPECTOS ECONÔMICOS DAS COBERTURAS DE COBRE 116

8.1 - Termos, conceitos, observações gerais e fundamentais

8.2 - Metodologia de análise dos dados comparativos entre diferentes tipos de cobertura

8.2.1 - Itens constantes na pesquisa

8.2.2 - Pormenores complementares

8.2.3 - Valoração dos itens de desempenho e aspectos econômicos

8.3 - Resultados obtidos

8.4 - Conclusões finais

BIBLIOGRAFIA 122

INTRODUÇÃO

A partir da metade dos anos 50 e início dos anos 60, os materiais e as técnicas até então utilizadas no Brasil, sofreram uma significativa evolução pela incorporação de novas tecnologias advindas de outros países, desenvolvidos tecnicamente. Estas rapidamente evoluíram possibilitando a criação de uma tecnologia nacional na produção de edifícios públicos e privados nas suas várias categorias de uso.

A partir deste período temos participado deste processo de evolução tecnológica como arquiteto vinculado à área do projeto, execução, uso dos edifícios e também às atividades do ensino da Tecnologia da Arquitetura na FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Preocupado com essa área do conhecimento extrapolamos nossas atividades junto à FUPAM - Fundação para a Pesquisa Ambiental, prestando serviços extensivos à comunidade numa interação com a sociedade representada pelos vários segmentos da produção na Construção Civil.

Dentro desse quadro, e interesses tecnológicos recíprocos, o PROCOBRE - Instituto Brasileiro do Cobre, firma Convênio Científico Tecnológico, no início de 1997, com a FUPAM para pesquisar, estudar e difundir a tecnologia do uso dos revestimentos de cobre nos edifícios com ênfase para as **coberturas**.

Dentro do convênio, várias atividades foram programadas e realizadas destacando-se: seminários em Santiago do Chile e em São Paulo, palestras nas Faculdades de Arquitetura e Instituições vinculadas à área, bem como desenvolver pesquisas e estudos visando a produção de uma publicação para servir de referência ao uso dos Arquitetos, Engenheiros, estudantes e demais profissionais do projeto e execução de edifícios.

Esta publicação se justifica pelo fato de no Brasil, ainda não existir uma efetiva difusão do uso do **cobre nas coberturas** dos edifícios, face à carência de informação sobre o assunto. Esse fato é constatado pelo seu pouco uso nas coberturas, tendo sido adotado apenas em ocasiões esporádicas, em edifícios antigos institucionais, com destaque para as igrejas.

O país tem necessidade de testar outros materiais e, dentre eles o cobre nas coberturas, principalmente nos edifícios institucionais cuja manutenção é relegada a um segundo plano.

Como exemplo, destacamos as coberturas dos edifícios da FAUUSP e FEAUSP - Faculdade de Economia e Administração da USP, sediados no Campus da Capital que após uma geração (cerca de 25 anos), estão sendo totalmente refeitas face ao seu acelerado estado de degradação.

Com a evolução da Arquitetura Contemporânea, as coberturas dos edifícios, geralmente, ficavam escondidas atrás das platibandas, resultando na adoção dos tetos planos impermeabilizados, executados mediante tecnologia, no início importadas, mas posteriormente nacionais. Sua durabilidade resultou pouco eficiente, em que pese a garantia dada de cinco anos pelas empresas especializadas. Estes pormenores tornam-se incompatíveis com a necessária e exigida durabilidade com um **custo x benefício** compatível.

Dentro deste enfoque há necessidade que os arquitetos e demais profissionais da área, busquem uma nova opção para concretização da **"quinta fachada"** do edifício caracterizada pela cobertura, dando ao **"sky-line"** das cidades uma harmonia e beleza condizente para a sua valorização patrimonial e histórica.

Para tanto deve-se pesquisar e desenvolver dentro de uma perspectiva arquitetônica, as diversas possibilidades que o cobre pode apresentar para os edifícios. É o arquiteto em primeira instância que tem o dever de ofício e a capacidade para este desenvolvimento, onde o cobre se torna mais que um material de construção, mas também um **material de arquitetura**. Esta condição em potencial não só define o seu uso, senão sua maior expressão e identidade construtiva.

Dado que as principais propriedades físicas do cobre laminado, a serem enfatizadas em tópico específico nesta publicação são: a maleabilidade, ductilidade, condutividade e resistência a corrosão; é possível concluir que estas qualidades únicas fazem deste metal em forma de lâminas contínuas ou pranchas, um material tecnicamente adequado às coberturas e inclusive revestimentos de fachadas, já utilizados na Europa e USA, pois oferece importantes vantagens comparativas frente aos outros materiais, como: longevidade, baixa manutenção, coloração natural ou artificial, resistência à corrosão e com alto valor comercial residual, bem como possibilidade de agenciamento de formas arrojadadas.

Atualmente existem novas tecnologias que permitirão, a curto prazo, incorporar a prancha de cobre laminado (a frio ou eletroliticamente) como um componente de uso comum nas edificações.

Outras áreas estão em processo de desenvolvimento visando a otimização das lâminas de cobre para coberturas e revestimentos de fachada, com pátinas nas variadas colorações para escolha do usuário. Esse material pelas suas inúmeras características, com destaque para as naturais únicas, permite realçar a expressão da arte na edificação, criando com o cobre uma nova e singular linguagem na arquitetura dos edifícios fadada a permanecer ao longo do tempo.

No entanto, neste primeiro momento, tem que se ater aos produtos de cobre existentes no mercado brasileiro, bem como a execução das coberturas ainda empregando técnicas semi-artesanais com mão-de-obra especializada em quantidade restrita. Para tanto, iniciativas para a formação de profissionais para enfrentar este desafio devem ser promovidas, a exemplo do curso oferecido em maio de 1997 pelo PROCOBRE - SENAI com especialistas do Chile. Com um maior número de técnicos e empresas, a competitividade e a concorrência poderão contribuir para viabilizar com maior ênfase, tecnicamente e economicamente o uso do cobre nas coberturas.

Associada a esta postura, indústrias e empresas vinculadas às coberturas metálicas deverão se sensibilizar para produzirem produtos manufaturados com base nas pranchas de cobre laminado de forma a racionalizar a produção em busca da redução de custos, aumento de eficiência e melhoria da qualidade. Serão portanto novas linhas de produtos industrializados para coberturas e também revestimentos dos sistemas de vedos internos e mais recentemente os externos, à base de lâminas ou pranchas de cobre, orientados para aplicações e linguagens arquitetônicas no âmbito dos edifícios dentro das várias categorias de uso, destacando-se o institucional, cívico, religioso, financeiro e também o residencial multi e unifamiliar que comportem essa adoção dentro de um custo x benefício desejado.

Para fazer frente ao presumido alto custo das coberturas de

cobre, que atualmente se propala, muitas vezes sem o devido embasamento técnico-econômico, há necessidade de se introduzir novas tecnologias com processos de manufaturas, formas e métodos de instalação e fabricação, que permitirão reduzir consideravelmente os custos mediante a diminuição das espessuras das lâminas que tradicionalmente são utilizadas em países como Chile, Espanha e Itália.

Estas colocações introdutórias revelam a importância que todo o segmento da produção nacional de materiais de construção juntamente com os Arquitetos, Engenheiros e demais profissionais ligados à Construção Civil de edifícios devem ter para se conseguir a melhoria da sua qualidade.

Esta publicação, contendo **8 (oito) capítulos** distribuídos em:

- 1 - INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O COBRE;
- 2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS;
- 3 - ELEMENTOS CONSTRUTIVOS - TRABALHOS PRÉVIOS;
- 4 - SISTEMAS DE COBERTURAS EM COBRE - DETALHES CONSTRUTIVOS;
- 5 - TIPOS DE COBERTURAS EM COBRE;
- 6 - CALHAS, CONDUTORES E ACESSÓRIOS;
- 7 - COLORAÇÃO - A PÁTINA DO COBRE;
- 8 - ASPECTOS ECONÔMICOS DAS COBERTURAS DE COBRE, associados à BIBLIOGRAFIA específica, trará elementos para subsidiar a comunidade técnica e os usuários em geral, para melhor conhecer este nobre e tradicional material - **O COBRE** - de maneira a poderem utilizá-lo com conhecimento de causa visando dar à **quinta fachada - cobertura** - e ao edifício, caráter singular de criação, construção e expressão projetual com a materialização de uma imagem distinta para a arquitetura num processo de valorização e enriquecimento do patrimônio histórico - cultural das cidades.