



IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Foz do Iguaçu – Paraná – Brasil
7 a 10 de maio de 2002

TECNOLOGIA DO COBRE NAS COERTURAS E REVESTIMENTOS DE EDIFÍCIOS

Arq. João Roberto Leme Simões

Prof. Dr. pela FAUUSP, Dep. Tecnologia da Arquitetura.

Pesquisador do NUTAU/USP.

Ass. Técnico Inst. Brasileiro do Cobre

Rua do Lago 876, Cidade Universitária A. S.O. - Butantã São Paulo/SP.

Tel.: (0xx11) 3818-4571 Fax.: (0xx11) 3818-4539 Email: aut@edu.usp.br

Resumo:

Face às exigências e a busca da melhoria da qualidade dos materiais, na construção civil, o **cobre** se apresenta como excelente opção tecnológica para as coberturas e revestimentos de edifícios a nível nacional e internacional. Objetivando melhorar os conhecimentos nesta área, este trabalho enfatiza:

Seus principais aspectos históricos, atributos e características técnicas, bem como qualidades arquitetônicas. Aborda suas especificações técnicas, elementos construtivos com detalhes técnicos de execução, adotados nos vários exemplos de coberturas e revestimentos retratados neste trabalho. Tece também abordagens sobre sua singular coloração pela formação de sua pátina, assim como os aspectos econômicos numa estreita relação com o custo x benefício. Conclui que seus atributos, como: *durabilidade, desafio da forma, ausência de manutenção*, dentre outros, o qualifica como material não apenas como de construção duradoura mas principalmente como material arquitetônico.

INTRODUÇÃO:

Estou envolvido como arquiteto na produção de projetos/obras de edifícios, desde o início dos anos 60 em São Paulo (capital e interior), sempre procurando dar à sociedade um produto que atendesse as suas necessidades no sentido amplo, com ênfase para os anos 90, período esse em que houve o despertar para a qualidade.

Segundo a sistemática de abordagem para a pesquisa e o estudo dos edifícios adotada no Departamento de Tecnologia da Arquitetura/USP – Grupo de Disciplinas de Construção, o edifício é composto basicamente por 10 (dez) órgãos, dentre eles, tem-se as coberturas e os revestimentos (paramentos), que por sua vez ocupam lugar de destaque dentre os elementos constituintes do edifício. Para tanto, há necessidade que os materiais e as técnicas que são utilizadas para que cumpram suas funções, com bom desempenho e portanto com qualidade, sejam devidamente escolhidos com conhecimento de causa por parte dos participantes de todo o projeto/obra.

Dentre a vasta gama de materiais e técnicas existentes no mercado, ligado à construção civil, desses dois órgãos – coberturas e revestimentos – o cobre, principalmente na arquitetura contemporânea, vem se apresentando como excelente opção tecnológica pelos seus atributos técnicos e qualidades arquitetônicas.

Esta opção, a nível internacional se fez presente pelos arquitetos Frank L. Wright e Carlos Carpa que desde os anos 20 se mantém fiéis a este nobre material, sendo que apenas a partir dos anos 80 é que outros arquitetos de significante importância na arquitetura contemporânea, como: Cesar Pelli, Alvar Aalto, Santiago Calatrava, Norman Foster, Richard Rogers, incorporam nos projetos de seus edifícios o cobre. A nível nacional seu uso restringiu-se às obras institucionais, com ênfase para as coberturas de igrejas, escolas e teatros a partir do início do século passado, destacando-se em São Paulo, os edifícios projetados e construídos por Ramos de Azevedo e outros profissionais.

Com a criação do Instituto Brasileiro do Cobre – PROCOBRE (com sede em São Paulo) vinculado ao CDA – Copper Development Association INC – associação esta que congrega as grandes mineradoras de cobre, que juntamente com os inúmeros institutos, sem fins lucrativos sediadas em inúmeras partes da Europa, América do Norte e do Sul, e/ou, encarregam-se da difusão tecnológica do uso do cobre.

A partir de 1997, o Procope ao firmar convênio com a FUPAM – Fundação para a Pesquisa Ambiental, vinculada à FAUUSP, inicia entre nós essa difusão por meio da transferência de conhecimentos. Para tanto, como professor de construção de edifícios e técnico da Fundação, coordenei os trabalhos, programando atividades como: busca e organização de bibliografia específica, estudo do assunto até então desconhecido, preparo e realização de palestras à escolas e faculdades de arquitetura e engenharia, entidades de classe e outras instituições pelos estados brasileiros, assim como participação em Encontros Internacionais no Chile-Santiago e curso prático visando o “aprendizado pelo fazer” com o cobre.

Durante esses três anos e meio (3,5) adquiri conhecimentos que possibilitou a realização de uma publicação a qual se tornou referência para a comunidade de arquitetos, engenheiros, técnicos e demais participantes, no projeto/obra de edifícios. Por meio de uma assessoria técnica permanente junto ao Procope e aos profissionais envolvidos com as coberturas e revestimentos de edifícios, o sucesso pela opção tecnológica do cobre já se faz presente a nível nacional, pois neste período de tempo foram concluídos mais de uma dezena de obras com este nobre material, cuja potencialidade em seus pormenores técnicos, numa primeira abordagem, vem a seguir.

2. PRINCIPAIS ASPECTOS HISTÓRICOS

O cobre é um material puro e natural, e segundo historiadores foi o primeiro metal utilizado pelo homem, cujo descobrimento ocorreu em torno de 13.000 anos a.C., período em que foi encontrado na sua forma natural (cobre nativo). Posteriormente veio substituir a pedra como ferramenta de trabalho, e na sua evolução foi utilizado como arma de caça e/ou, objeto de decoração e utensílios domésticos.

Sua história de uso se faz presente em épocas diferentes por vários países, destacando-se: em 6.500 a.C., nas regiões entre os Rios Tigre e Eufrates e Pérsia, onde descobre-se objetos feitos de cobre assim como

na China. Em 3.000 anos a.C., época da idade do bronze, os egípcios o utilizam com rara propriedade, constatando-se como prova os achados na península do Sinai, no reinado de Senefru. A expansão colonizadora dos egípcios junto às regiões do norte da África e do Mediterrâneo permitiu a difusão do seu uso, incorporando-o em inúmeras atividades principalmente pela sua excelente trabalhabilidade.

Outra época importante da sua presença e uso ocorreu durante os séculos I ao IV d.C. nas regiões dominadas pelos romanos. Nesta época o cobre recebeu a denominação “Aes Cyprium”- metal de Cyprus (Chipre), pois vinha dessa ilha, bem como de outras minas situadas nas regiões da Inglaterra.

O passar dos séculos testemunha sua utilização como metal nobre, classificando-se atrás do ouro e da prata, marcando assim presença na evolução do ser humano. Suas propriedades físicas e químicas, associadas aos seus elementos derivados como o bronze e o latão tornam-no de singular utilidade. Marca presença também, durante a Idade Média nas coberturas das igrejas do Mediterrâneo, Alemanha e outros países europeus até os idos do século XV.

Marcou presença de uso durante a Revolução Industrial, na Inglaterra, utilizado nos palácios de metal e cristal, sendo que no século XIX, este país se constituiu no maior produtor mundial de cobre. Durante este século, participa em 1831 como um dos principais componentes do gerador elétrico de Faraday. Assim sendo, sua participação no desenvolvimento tecnológico é marcante., o que motiva a descoberta e abertura de novas minas de cobre em países como Chile (um dos principais produtores mundiais), USA, África do Sul, Canadá, Zâmbia, Zaire e Brasil (1874) – Minas Caraíbas, no sertão da Bahia.

No Brasil, passaram-se 50 anos (1924) desde a sua descoberta para o início de sua real prospecção redundando na planta de Metalurgia. Posteriormente, em 1969, o grupo Pignatari, em Dias D’Ávila – Bahia prossegue em sua busca e produção.

Nos anos 80 no Brasil ocorreram fatos significativos sobre a evolução da sua produção, pois em 1980 produz-se o cobre eletrolítico e em 1988 desmembra-se e privatiza-se a Mina e a Metalúrgica surgindo a Caraíbas Metais. Atualmente o Grupo Paranapanema tem presença marcante na sua produção, incluindo-se a empresa “Eluma S.A. Indústria e Comércio” como uma das líderes no mercado.

A partir dos anos 90, com sua produção normalizada atende o mercado brasileiro com ênfase para os produtos ligados aos setores elétrico e hidráulico. Com a criação do Instituto Brasileiro do Cobre – Procobre- PROCOBRE, e com o convênio FUPAM – Prococobre, 1997, inicia-se em nosso país uma abertura para seu uso nas várias categorias de uso dos edifícios. Praticamente neste curto período de tempo, mais de uma dezena de obras conforme exposto anteriormente tem utilizado o cobre nas suas coberturas e revestimentos, tornando-o opção tecnológica pelos seus atributos técnicos por parte da comunidade ligada à construção de edifícios.

3. ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O cobre apresenta vários atributos que por sua vez contribuem para o seu bom desempenho técnico redundando na qualidade desejada quando utilizado nos elementos do edifício. Dentre os atributos destacam-se a (o):

Durabilidade - por ser um material de vida útil secular, com excelente resistência à corrosão pela formação de sua pátina.

Versatilidade do desenho e trabalhabilidade - adapta-se aos desafios do desenho proposto pelos arquitetos e outros profissionais. Aceita com singularidade a proposta de detalhes complexos devido a sua ductibilidade, podendo ser inclusive trabalhado em baixas temperaturas. A rapidez de seu manejo, colocação e união das juntas de suas chapas, permite um amplo agenciamento de formas dando às coberturas e fachadas, aspectos personalizados.

Estético - face à ampla gama de cores ditadas pela pátina natural ou artificial consegue dar aos seus revestimentos imagem distinta, nobreza, dignidade, caráter próprio e valorização estética aos edifícios.

Reciclável - pelas suas características físicas e durabilidade, entre outros atributos, o cobre chega a ser 50% reciclável, dando-lhe condições de vantagens junto aos materiais similares (metais).

Isolante - na sua cor natural chega a refletir cerca de 96% da energia solar recebida, pois dissipa rapidamente o calor recebido.

Econômico - tecnicamente o uso do cobre no sistema de cobertura e paramentos, têm-se revelado econômico, com um custo x benefício compatível pois oferece condições de competitividade junto a outros materiais principalmente pelo fato de não necessitar de manutenção após sua aplicação.

Além destes atributos, as características técnicas vinculadas à resistência que se seguem, também o qualifica como boa opção tecnológica.

Resistência à corrosão – se fundamenta como vimos anteriormente pela formação constante de sua pátina, que lhe confere durabilidade secular inclusive em ambientes marinhos e outros dotados de agressividade.

Resistência mecânica – possui boa resistência aos inúmeros esforços que é submetido no processo das dobraduras e encaixes de suas lâminas, que chega à resistências entre dois pontos de apoio para solicitações de carga de até 450 kg/m².

Resistência aos agentes biológicos – no campo das edificações industriais contaminantes, juntamente com o aço inoxidável tem-se revelado como material de boa resistência à ação dos ácidos e detergentes fortes, oferecendo inclusive superfícies passíveis de serem lavadas sem corroer-se, associado à ausência de nocividade à saúde.

Resistência ao fogo – face à sua alta temperatura de fusão em torno de 1.083° C, torna-o resistente ao fogo com representativo retardamento à sua propagação frente a outros materiais, inclusive ao aço.

Resistência à variação de temperaturas – regra geral, todo sistema de cobertura e de paramentos em metal apresenta patologias pela troca de temperatura. Este pormenor técnico não ocorre com o cobre, pois sua movimentação é cerca de 40% menor que o chumbo e o zinco utilizados principalmente nas coberturas dos edifícios.

Assim sendo, o cobre pelos atributos e características técnicas vinculadas às resistências, se oferece como boa opção tecnológica tornando-se segundo o “Informe Final – El cobre en cubiertas e revestimientos” – Procobre/Chile.1992 (pg.24) como sendo:

“Um primeiro gasto, será o último gasto”

“Uma primeira aplicação será a última aplicação”

“Uma primeira impressão, uma imagem duradoura”

4. QUALIDADES ARQUITETÔNICAS

Estas qualidades estão diretamente ligadas ao seu bom desempenho técnico pelos seus atributos e características explicitadas anteriormente, que por sua vez atendem a satisfação e exigências dos usuários no sentido amplo da expressão.

A história da arquitetura durante séculos tem utilizado esses atributos e características técnicas principalmente nas coberturas de edifícios, com ênfase para os institucionais. Já a partir da Idade Média e posteriormente no período da revolução industrial e princípios do séc. XX, as edificações incorporam e marcam-se mais fortemente pelo emprego dos metais, inclusive com o cobre.

O processo de desenvolvimento do uso dos metais se estende para os movimentos ligados à “Art Deco”, “Bauhaus” e mais recentemente para o “High Tech” com uma forte conotação de materialidade nos seus edifícios.

Mais recentemente, com adoção do “deconstrutivismo” e a busca para o uso de materiais naturais, os metais se tornam presença marcante, sendo que o cobre num processo de acompanhamento renasce para a arquitetura contemporânea com força de expressão.

Como testemunha de seu uso recente, destacam-se arquitetos que complementam aqueles citados inicialmente nesse trabalho, como: Frank Ghery, Renzo Piano, Rafael Moneo, Herzog e Meuron, Frank Israel, Michael Graves, Skydmooore, Andrea Messina, Felix Candela, John Burgee, Philip Johnson, dentre outros de renome internacional.

Dentre os arquitetos e/ou engenheiros, arquitetos nacionais temos: Ramos de Azevedo, Maximiliano Hehl, Edison Musa, Jaci Hargreaves, Monserrat, Paulo Vilela, Israel Rewin, Itamar Berezin, Vicente Giffoni, Andrade e Raposo, Becato, Glauco Campello e outros de igual importância.

Os arquitetos e outros profissionais ao utilizarem o cobre nos edifícios conseguem dar às suas aplicações vinculadas às coberturas, revestimentos (paramentos verticais), calhas, condutores, coroamento das paredes e cumeeiras, juntas de dilatação e decoração de interiores, caráter específico de qualidade de criação, construção e de significativa expressão projetual. Principalmente para com a coberturas consegue revelar imagem distinta num processo de valorização da arquitetura contemporânea dos edifícios, constituindo a 5ª fachada, resultado completo do edifício acabado como um todo, do térreo à cobertura.

Para testemunhar as qualidades arquitetônicas enfatizadas, a seguir anexamos foto de edifício internacional com cobertura e revestimento em cobre.



New Metropolis – Amesterdan/Holanda
Arqº Renzo Piano

5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

No projeto/obra de edifícios com o uso do cobre, além do projeto executivo, deve se incorporar o projeto de produção com seus pormenores técnicos e respectivas especificações segundo as normas vigentes, inclusive as internacionais como ASTM e DIN.

Tanto o material cobre como a técnica a ser adotada na execução das coberturas e revestimentos deve levar em consideração a delicadeza ditada pela sua ductibilidade, necessitando assim de uma mão-de-obra especializada e cuidadosa para com seu manejo quer no seu estado natural ou já patinado.

Segundo bibliografia específica e recomendações dos fabricantes das lâminas, existem três tipos de cobre que podem ser especificados:

ETP – Cobre eletrolítico com 99,9% de pureza acrescido de prata;

DLP – Cobre desoxidado com fósforo de baixo teor residual com um mínimo de 99,9% de pureza, mais prata e 0,005 à 0,012% de fósforo.

DHL – Cobre desoxidado com alto teor residual de fósforo (0,013 à 0,05% de fósforo).

Dentre as empresas produtoras de cobre em: tiras e chapas retas, tipos e chapas em rolo e chapas redondas estampadas, destacam-se a Eluma S.A . Ind. e Comércio, já referida anteriormente, que por vez tem condições fornecer esse nobre material com espessuras que variam de 0,30 à 3,17 m/m e largura de 600 à 610 m/m.

Outro pormenor a ser considerado nas especificações técnicas diz respeito a sua composição química a qual recomenda a opção pela LNM – Laminação Nacional de Metais, de números 120 e 122, sendo que as propriedades mecânicas, quanto à sua têmpera deve estar entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ duro para melhor otimizar todo o processo de dobraduras das chapas. Quanto as suas propriedades físicas, estas devem estar vinculadas às ligas acima citadas (120 e 122).

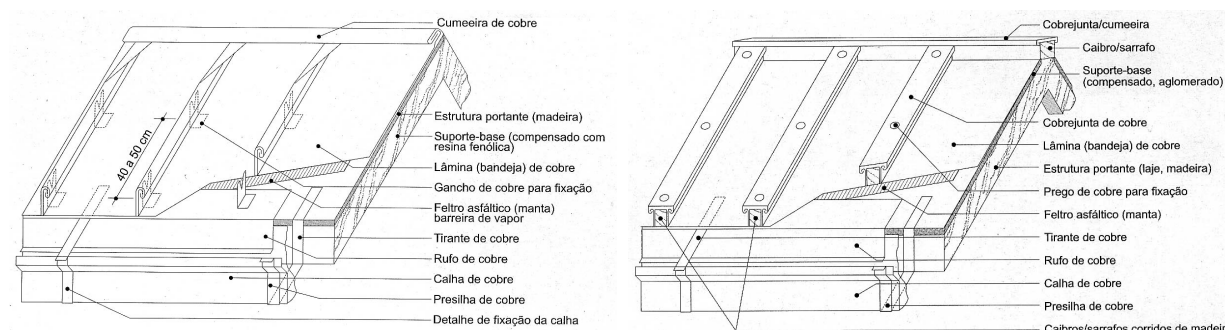
Além destes pormenores técnicos outras considerações básicas devem ser levadas em consideração ao especificar o cobre como:

- Conhecer explicitamente suas potencialidades técnicas;
- Dominar o conhecimento da estrutura e sub-estrutura (suporte base) de sustentação das coberturas e revestimento de fachada;
- Espessura das chapas, as quais variam de 0,4 à 0,6 m/m para as coberturas e revestimentos;
- Tipo de cobre a ser empregado conforme exposto anteriormente;
- Densidade, limite de cisalhamento, resistência à tração e limite de influência segundo as normas técnicas,
- Mão-de-obra especializada, com tradição no mercado;
- Processo de industrialização das placas;
- Detalhes técnicos construtivos como: juntas, encaixes, uniões, soldas, feltros e papelão Kraft betuminado, pregos, parafusos e outros equipamentos como madeira maciça e compensado com resina fenólica.

A seguir a abordagem dos pormenores técnicos:

6. ELEMENTOS CONSTRUTIVOS E DETALHES TÉCNICOS

Os elementos construtivos e detalhes técnicos constituintes, abaixo, revelam pormenores que se seguem:



Com base nestes desenhos contendo os detalhes construtivos destacam-se a (o):

Estrutura principal – Esta é responsável pela sustentação principal de todos os componentes da cobertura. A mesma poderá ser de madeira, aço galvanizado ou de concreto, devidamente calculada e projetada para não produzir patologias e desastres futuros.

Suporte base – Face a necessidade de se obter a planicidade nas lâminas de cobre das coberturas e revestimentos, face à sua ductibilidade, torna-se imperioso que o suporte-base apresente estas características, para tanto tradicionalmente este suporte é constituído por compensados de madeira, tratados com resina fenólica ou por assoalho de madeira maciça tipo macho e fêmea com igual tratamento, cujas respectivas espessuras variam de 12 à 15 m/m, conforme as terças de sustentação.

Barreira de vapor – Considerando que toda cobertura metálica, por diferença de temperatura apresenta na superfície interna de suas lâminas, no caso o cobre, determinada condensação, que por sua vez não deve atingir o suporte-base para não provocar a degradação pela umidade, é de boa técnica intercalar entre o suporte base e as lâminas uma barreira de vapor constituída por feltro asfalto em papel kraft betuminado.

Pregos e parafusos – os pregos e parafusos devem ser de cobre e de ligas de cobre, resistentes à corrosão, com cabeça grande plana de seção circular, retorcidos e dentados, ou de seção quadrada e arestas dentadas. Cuidados especiais devem ser adotados para evitar a formação de pares galvânicos.

Plaquetas de ancoragem e/ou fixação – As lâminas de cobre que são adotadas nas coberturas e revestimentos não devem ser fixadas diretamente no suporte base por meio de pregos e parafusos e sim por meio de plaquetas ou patijas (espanhóis) ou clips (americanos). Estas plaquetas por meio de dobraduras várias é que possibilitam a fixação das lâminas tanto no seu sentido longitudinal quanto transversal, com tanto que a declividade dos panos da cobertura sejam iguais ou maiores que 5%.

Soldagem – A união entre lâminas de cobre sempre que possível devem ser unidas por encaixe formando juntas, de maneira a permitir a dilatação do metal, princípio básico a ser observado no projeto /obra.

Quando a declividade da cobertura é pequena, menor que 5%, recomenda-se a soldagem das juntas, podendo-se processar pela soldagem branda ou pela forte. Além deste processo, utiliza-se também os estanhados.

Calefação das juntas – Recomenda-se tecnicamente que para otimizar a estanquidade entre as lâminas encaixadas (juntas) a adoção de uma pasta de carbonato de chumbo e óleo de linhaça, sendo esta (união calafetada) mais econômica que a soldada.

Juntas – tradicionalmente as juntas das lâminas se processam, como abordado anteriormente, por meio de encaixes. Basicamente estas se dividem em dois grandes ramos:

juntas encaixadas elevadas (com dobraduras simples e duplas)

juntas elevadas com caibros (com chapa arremate superior)

Estas juntas estão devidamente detalhadas no livro “Tecnologia do cobre na Arquitetura – Cobertura de Edifícios”, capítulo 4, pg: 33 à 71, Ed. PINI, 1998, de nossa autoria.

7 . PÁTINAS E LACAS

7.1. Pátinas

- As superfícies das lâminas de cobre em contato com o ar atmosférico úmido se oxida lentamente de maneira natural, tendo como resultado a formação de uma película protetora de cobre (óxido de cobre), denominada pátina. Esta por sua vez age como uma camada protetora à lâmina evitando a corrosão, cujo desenvolvimento se processa basicamente sob a forma de 3 (três) películas: a inicial, a óxido café e final, a verde água.

- O período de formação desta pátina natural é muito variável dependendo do grau de umidade da atmosfera e período em anos de exposição. Regra geral para climas úmidos situados na orla marítima leva em torno de 15 a 20 anos, em São Paulo 20 à 25 anos para se atingir a maturidade plena, ocasião em que atinge a coloração “verde água”.

- A pátina também pode ser obtida por meio artificial através de processos artesanais e industriais em várias cores e tonalidades, dependendo do tratamento adotado à superfície das lâminas de cobre face a adoção de substâncias químicas, variação de temperatura e tempo de ação dessas substâncias. As formações químicas para a produção de pátinas artificiais são diferentes face a cor pretendida. As fórmulas se compõem basicamente de ácidos diluídos, utilizando reativos como: sulfato de cobre e de amônia, percolato de potássio, cloruro de cobre, nitrato de cálcio, ácido sulfúrico e outros.

7.2 Lacas

- Visando a manutenção de determinada coloração ao cobre natural ou patinado naturalmente ou artificialmente, adota-se a aplicação de ceras e com maior segurança os vernizes, que por sua vez caracterizam a lacas.

- Esses vernizes são à base de celulose acrílica, acetatos-butíricos, melaminícos e alquídicos. Além destes outros se fazem presente como os poliuretanos, silicones, epóxicos. Toda essa gama de vernizes podem ser aplicados à rolo de lã de carneiro, pincéis ou por aspersão, cuja durabilidade está em torno de 3 a 5 anos. Após esse período as lâminas devem receber novas demãos, caso contrário a coloração das lâminas sofrerão mutação, indo procurar o “verde água”, sua coloração final.

8. ASPECTOS ECONÔMICOS

Estudos econômicos realizados pelos chilenos, espanhóis e brasileiros, concluíram que os custos das coberturas e revestimentos de cobre com outros materiais similares, como: zinco, ardósia, alumínio, aço galvanizado, apresentam vantagens face ao seu custo x benefício ao longo do tempo, à sua durabilidade, ao seu valor presente, ausência de manutenção e alto valor de servicibilidade.

A pesquisa realizada pelo Prof. D Khaled Ghoubar – AUT/FAUUSP, sob o patrocínio do Procobre/Br, confirma o melhor desempenho das coberturas de cobre frente as coberturas com: *impermeabilização butílica, alumínio corrugado simples, alumínio duplo-isotermico, aço zincado pré-pintado e fibro-cimento (canaleta 49)*. A pesquisa baseou-se numa série de itens de desempenho técnico como: custo inicial, tecnologia empregada, tempo de execução da cobertura, durabilidade, conforto acústico, manutenção segurança ao trabalho, estética e reciclagem do material. Devidamente pontuados os itens em questão, na escala de valores de zero a 200 e posterior média – aritmética, a cobertura com cobre desde o início de sua execução apresenta maior pontuação que os demais materiais, sendo que com 30 anos de uso atinge 170 pontos e com 60 anos – 177.

Pela experiência vivida nesses 3,5 anos e estudos acima referenciados, concluímos que seus aspectos econômicos, no sistema de cobertura e revestimento são competitivos e viáveis ao uso.

9. CONCLUSÃO:

As coberturas e os revestimentos com cobre em edifícios públicos e privados nas suas várias categorias de uso, com ênfase para os institucionais e multifamiliares apresentam bom desempenho técnico, qualidade e custo x benefício vantajoso já a partir do início de sua instalação, acentuando-se com o passar dos anos.

O cobre pelos seus atributos técnicos e finalidades arquitetônicas como: *durabilidade, ausência de manutenção, possibilidade de reciclagem, resistência aos agentes agressivos da atmosfera, versatilidade, trabalhabilidade, desafio da forma pela excelente ductibilidade, economia e custo x benefício factível* ao longo do tempo e valores estéticos pela imagem distinta que se apresenta pela coloração de sua pátina, apresenta-se como opção tecnológica dos sistemas construtivos em questão.

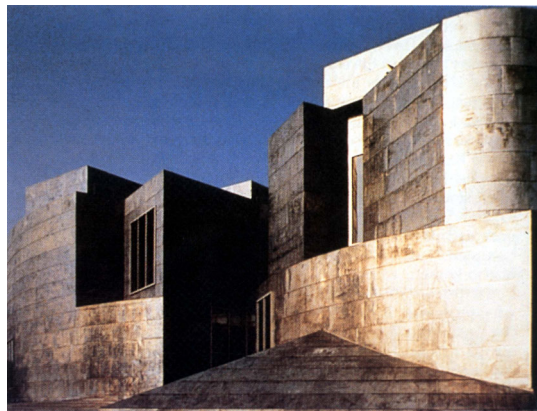
A comunidade de arquitetos, engenheiros técnicos, empresários, construtores ligados à construção de edifícios com qualidade tem hoje a oportunidade de optar pelo uso deste nobre metal, face a ação do Instituto Brasileiro do Cobre e aos conhecimentos adquiridos pela prática realizada considerando o número de obras até então executadas com cobre.

As fotos que seguem retratam a acertada opção pelo uso do cobre em obras representativas, como um dos materiais dignos de participação no projeto/obra dos edifícios num processo permanente da busca da qualidade plena e valorização do patrimônio edificado das cidades.



Edifício da “Adão Kondor Wessels Group” –
Ryssen/Holanda

Arq^o Karelce e Vander Meer



Centro Cultural – Toledo/Espanha
Arq^o Frank Ghery

BIBLIOGRAFIA

1. CDA – Copper Development Association, **Copper in Roofing** – USA Disgn and Installation – TN 32 – Dec. 1985.
2. CDA – **Artificial Parination**. London, United Kingdon.
3. CEDIC – Centro Espanol de Información del Cobre. **Tejados de Cobre**. Mari, Espanha, 1982.
4. Consell International pour Le Developpement du Cuivre. **El cobre y sus Aleaciones en la tecnologia**. Madrid, Cedec, Espanha, 1974.
5. Decker, Guilherme – Departamento Técnico Comercial. **El cobre en la Arquitetura**. La Revista de las Instalaciones, nº 14, pg. 41 a 45. Buenos Aires, maio, 1995.
6. Diaz, Nielol F. & Filhos. **Carpinteria Metálica en Cobre para Techumbres**. Procobre Chile, Roncágua, Junho, 1997.
7. ELUMA S.A Ind. Com. – **Tiras e Chapas de Cobre – Especificações Técnicas**. Folheto Técnico, São Paulo, 1997.
8. Ghoubar, Khaled. **Custos das coberturas em chapas de cobre em comparação com as demais coberturas e suas estruturas de apoio oferecidas pelo mercado da Construção Civil na cidade de São Paulo**, abril, 1998.
9. ISO-6241 – **Normalização – Desempenho em Edifícios**. Tradução: De Carlo U., Simões, J.R.L.; Correa C.H., FAAUSP, maio, 1995.
10. Outokumpu News, **Copper Roofing**. Helsinque, 1990.
11. P. Rodriguez, Dario – **El cobre en la Arquitetura** – Diseños y aplicaciones en casos Latinoamericanos – Procobre – Chile – 1997.
12. Simões, J. Roberto L. – **Coberturas de cobre** – detalhes Revista AU – Arquitetura e Urbanismo, pg. 119/120, Ano 13 no. 76 Ed. Pini, São Paulo, fev./mar., 1998.
13. Simões, J. Roberto L. – **Tecnologia do cobre na Arquitetura – Cobertura de Edifícios**. Ed. Pini e Procobre, outubro 1998.

