

Capítulo 8

ASPECTOS ECONÔMICOS DAS COBERTURAS DE COBRE

Estudos econômicos realizados pelos técnicos do Chile e Espanha, países com tradição de **uso do cobre nas coberturas**, e mais recentemente pelos técnicos brasileiros, vêm possibilitar aos profissionais da área em questão tomar decisões sobre o uso deste metal na arquitetura e na construção civil dos edifícios.

Os chilenos realizaram análise comparativa de custos das coberturas de cobre com outros materiais similares, como **as chapas de zinco, telhas de ardósia e painéis multi-clad**. Concluíram pelo seu uso face às vantagens apresentadas na relação de **custo x benefício**, onde seu **“valor presente”** e de **“manutenção”**, associado a excelente **durabilidade** e alto **fator de servicibilidade** o caracterizam como opção técnico-econômica (Ref. 24).

Já os espanhóis enfatizam que o custo / m² de uma cobertura de determinado edifício independe do material escolhido, e sim da função do sistema com que é executada. Associando estes pormenores às qualidades técnicas, atributos e características específicas concluem que o **cobre** constitui em si mesmo um “capital” que não desaparece e, como a sua perda constatada ao longo de sua vida útil é praticamente nula, seu valor intrínseco torna-se **competitivo**.

Também concluem que, quanto maior for a atenção dada a uma determinada cobertura, fazendo-a por merecer, e maiores forem as dificuldades de sua execução e manutenção, tanto mais oportuna se ressaltam as necessidades de existência da **durabilidade**, condição essencial pela minimização de seu custo, viabilização de seu uso, confirmando assim sua competitividade e consequentes vantagens econômicas.

O PROCOPRE brasileiro, responsável pela sua difusão tecnológica no país, sensibilizado com a importância deste assunto, busca na Universidade subsídios para suas análises de custos. Para tanto, financia e fundamenta-se na pesquisa realizada pelo Prof. Dr. Khaled Ghoubar, especialista em Metodologia e Avaliação de Custos do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da FAUUSP-Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São

Paulo, pesquisa esta intitulada **“Custos das coberturas em chapas de cobre em comparação com as demais coberturas e as suas estruturas de apoio, oferecidas pelo mercado da Construção Civil na cidade de São Paulo”**, (Ref. 12).

Várias abordagens estão contidas nesta pesquisa, dentre elas destacam-se :

8.1 - Termos, Conceitos, Observações gerais e Fundamentais

No seu universo enfatiza mais de 20 (vinte) abordagens que possibilitam compreender o desenvolvimento do trabalho, e também servir de referência para todo o processo de análise de custos e, dentre elas destaca que:

- As coberturas são compostas pelo **telhamento mais a estrutura de apoio, teto e isolamento térmico**.
- No **telhamento** se encontram inseridos: **o suporte base, as telhas ou chapas / bandejas de cobre e a manta impermeabilizante** (feltro asfalto ou papel kraft alcatroado) constituindo a barreira de vapor.
- O **suporte base** apoia as bandejas de cobre, dando-lhes a devida e necessária horizontalidade, podendo ser de laje de **concreto armado desempenado (plana), compensado ou aglomerado de madeira** com resina fenólica, ou **madeira maciça** (macho e fêmea), também tratada com a mesma resina e substâncias fungicidas.
- A **estrutura de apoio** é constituída por tesouras de madeira, aço e / ou laje de concreto armado desempenado conforme acima exposto.
- Os **tetos**, são de lajes de concreto armado e estão abaixo da cobertura constituída pelas telhas ou bandejas de cobre, e o **isolamento térmico** (barreira de vapor) está acima dos tetos.

- O banco de dados de custos adotado é a **TCPO 10 da Pini Sistemas**, base dezembro de 1997.

- O **desenho genérico** utilizado nas simulações é de uma cobertura quadrada contendo 10m (dez) de lado, perfazendo uma área de 100m², podendo ser plana ou inclinada variando sua declividade de 5% a 50%.

- Os **insumos básicos**, consumos e custos referentes às coberturas de cobre, tiveram como fonte de informação e referência, empresas especializadas, prestadoras de serviços, sediadas em São Paulo, cadastradas no PROCOBRE, detentoras de experiência comprovada nacionalmente nessa área.

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

A metodologia empregada compara os diferentes tipos de materiais mais utilizados nos sistemas de coberturas de edifícios com as de cobre.

Vários itens foram considerados, incluindo-se não apenas o preço / m² do material empregado, mas também o seu **desempenho técnico** com base na ISO6241 - (Ref. 14), onde o **custo x benefício** também se fizesse presente, conforme segue.

8.2.1 - Itens constantes na pesquisa

Basicamente foram considerados **9 (nove) itens** que interferem no processo do desempenho técnico das coberturas:

- Custo inicial / m² - Pini Sistemas;
- Tecnologia empregada;
- Tempo de execução;
- Durabilidade;
- Conforto acústico;
- Recomposição / manutenção;
- Segurança do trabalho;
- Recursos estéticos;
- Reciclagem do material.

Assim como estes, outros pormenores foram inseridos na pesquisa como os que vêm a seguir.

8.2.2 - Pormenores complementares

Dentre eles destacam-se:

- Adoção do conhecimento acadêmico e de mercado consensuais para apropriação das exigências de durabilidade e metodologia comparativa de desempenho pela atual ausência de Normas Técnicas brasileiras nesta área do conhecimento.

- Durabilidade das coberturas e dos seus **custos de reposição**, as quais estão equacionadas para um **período inicial, de 31 e 61 anos** de utilização.

- Avaliou-se o desempenho técnico e os aspectos econômicos de **7 (sete) tipos** de coberturas constituídas por:

- Aço zincado, pré-pintado com espessura de 0,65mm.
- Chapas corrugadas trapezoidais de alumínio, com espessura de 0,7mm.

- Chapas duplas (térmicas) de alumínio com poliuretano interno.

- Telha de fibro-cimento (canalete 49).
- Laje plana de concreto armado, impermeabilizada com manta asfáltica butílica, com argila expandida para proteção térmica.

- Chapa / bandeja de cobre, espessura de 0,4mm, juntas encaixadas com caibros de madeira sobre tesoura de madeira e / ou metálica.

- Chapa / bandejas de cobre, espessura de 0,4mm com juntas elevadas encaixadas simples apoiadas diretamente sobre um suporte base de laje de concreto armado.

8.2.3 - Valoração dos itens de desempenho e aspectos econômicos

Objetivando quantificar o desempenho técnico e os aspectos econômicos, com ênfase para o **custo x benefício** dos tipos de coberturas acima citadas, adotou-se valores máximos numa **escala numérica** que varia de **zero a 200** (vide tabela 2, página seguinte). Assim sendo, optou-se pelos seguintes valores:

- *Custo inicial/m² - Pini Sistemas* = **68 pontos**;
- *Tecnologia empregada* = **12**;
- *Tempo de execução* = **24**;
- *Durabilidade* = **24**;
- *Conforto acústico* = **12**;
- *Recomposição / manutenção* = **24**;
- *Segurança no trabalho* = **12**;
- *Recursos estéticos* = **12**;
- *Reciclagem* = **12**.

8.3 - Resultados obtidos

Com os custos unitários de todos os componentes do processo, contidos nas coberturas pesquisadas, para **um período inicial de 31 e 61 anos de uso**, resultaram um total de 16 (dezesesseis) tabelas que possibilitaram análises comparativas.

As 2 (duas) tabelas síntese, ao lado, de autoria do **PROCOPRE - prof. Dr. Khaled Ghoubar**, retratam os resultados obtidos das tipologias de coberturas consideradas no processo de análise.

Assim sendo, a cobertura de **cobre, espessura de 4mm** (Vide Tabela 1, coluna A) apresenta desempenho superior (faixa horizontal 7) sobre os demais tipos, apesar de ter um custo inicial um pouco mais elevado.

Maiores esclarecimentos estão contidos na publicação (Ref. 12) que está à disposição dos interessados no PROCOPRE / São Paulo.

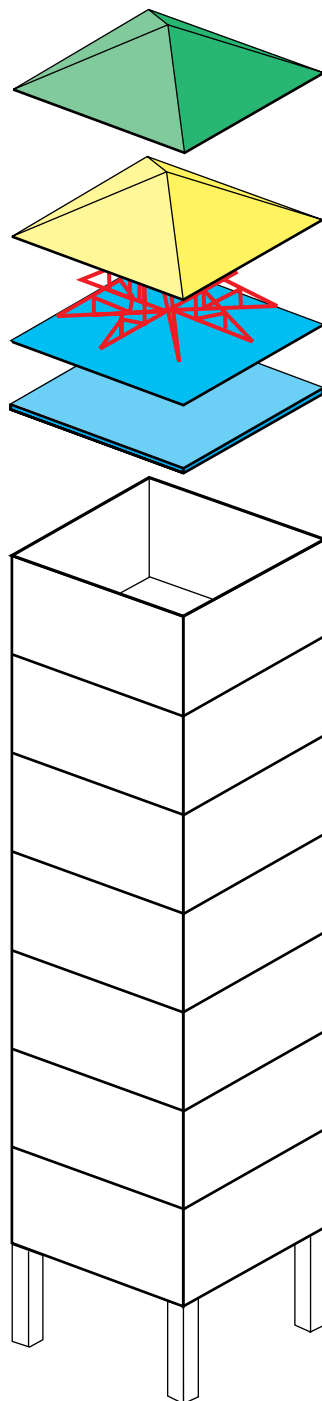


Tabela 1 - Coberturas, custos e desempenhos totais

It	Espécies	A	B	C	D	E	F
1	Telhas	Chapa de cobre espessura 0,4mm	Impermeabilizante bitumático isol. térm. e drenagem	Alumínio simples espessura 0,70mm	Alumínio duplo térm. espessura 30mm	Aço-zincado pré-pintado espessura 0,65mm	Fibra cimento estrutural C 49, h=181mm
		29%	30%	11%	23%	16%	16%
2	Suporte base	14% madeira	—	—	—	—	—
3	Estrutura	12% madeira	55% concreto	30% aço	26% aço	28% aço	17% madeira
4	Isolamento térmico	8% lã-de-vidro	15% argila exp.	11% fibra-de-vidro	10% fibra-de-vidro	11% fibra-de-vidro	13% madeira
5	Teto	37% concreto	—	48% concreto	41% concreto	45% concreto	54% concreto
6	Total inicial	148%	125%	112%	131%	120%	100%
7	Desempenho total inicial	162	159	156	156	137	128
8	Desempenho total a 31 anos	170	148	159	153	137	128
9	Desempenho total a 61 anos	177	142	162	151	137	128

Tabela 2 - Coberturas, desempenhos detalhados

It	Itens de desempenho e pontuação máxima		A	B	C	D	E	F
			Chapa de cobre espessura 0,4mm	Impermeabilizante bitumático isol. térm. e drenagem	Alumínio simples espessura 0,70mm	Alumínio duplo térm. espessura 30mm	Aço-zincado pré-pintado espessura 0,65mm	Fibra cimento estrutural C 49, h=181mm
1	Custo inicial	68	46	55	60	52	57	68
2	Tecnologia empregada	12	12	12	8	8	8	4
3	Tempo de execução	24	8	16	16	16	16	24
4	Durabilidade	24	24	16	24	24	16	8
5	Conforto acústico	12	12	12	4	12	4	4
6	Manutenção	24	24	16	24	24	16	8
7	Segurança no trabalho	12	12	12	8	8	8	4
8	Recursos estéticos	12	12	8	4	4	4	4
9	Reciclagem	12	12	12	8	8	8	4
10	Total inicial	200	162	159	156	156	137	128

8.4 - Conclusões finais

As coberturas de cobre apresentam desempenho técnico e custo x benefício vantajoso já a partir do início de sua instalação, acentuando-se à medida que o tempo de uso se prolonga por 31, 61 anos e demais anos seguintes.

Portanto, seu **custo x benefício** não deve se basear apenas no **preço / m²**, e / ou **custo inicial** mas nos demais itens de desempenho, que por sua vez caracterizam o **cobre** como um metal competitivo frente aos demais materiais utilizados nas coberturas. Portanto, a pesquisa brasileira revela condições de uso do cobre tornando-o possível de ser adotado e utilizado principalmente pelo desempenho técnico apresentado.

Os aspectos econômicos e conclusões dos chilenos e espanhóis possibilitam racionalizar o processo de escolha do cobre nos projetos / obras das coberturas, pois suas variáveis projetuais e funcionais permitem que os arquitetos e demais projetistas encontrem soluções adequadas para os seus problemas, pois as decisões de projeto são cada vez mais partilhadas com os demais agentes dentro dos interesses comuns na área dos edifícios.

Atualmente na ação de **“projetar e construir”**, torna-se imperioso que o **“saber e o conceber”** os projetos, elementos e / ou componentes dos sistemas construtivos estejam devidamente inter-relacionados com os prazos, custos, tecnologia, uso, manutenção, todos integrantes do processo de desempenho que por sua vez interferem nas tomadas de decisões.

Conclui-se também que a avaliação técnico-econômico-funcional necessita da inserção da estética-cultural, que aliada aos aspectos técnico-científicos permitem uma melhor opção de escolha de cobertura, cuja concretização necessita também se basear na **“simbologia cultural”** que essa opção tem com seu criador e com a comunidade, de maneira que a ação de cobrir caracterize dignamente a **quinta fachada dos edifícios**; e para isto as coberturas de cobre pelo seu bom desempenho, pelos aspectos econômicos revelados podem inserir-se com destaque, tornando-se ponto de referência na paisagem urbana.

Além destas considerações, outras se fazem presentes e necessárias pela associação de seus **atributos técnicos e qualidades arquitetônicas** específicas nas áreas da arquitetura de interiores e revestimentos de fachadas.

Arquitetos autores de projetos de edifícios, de significativa importância internacional, testemunham pela realização e materialização de suas obras, **o uso deste metal**, com singular destaque para os revestimentos de fachadas.

As fotos contidas na página de fecho desta publicação retratam a viabilização pela **opção do cobre** como um dos materiais dignos de participação no espaço criado e construído dos edifícios em suas várias categorias de uso, num processo contínuo de valorização do **Patrimônio Histórico, Artístico e Cultural** das cidades.



O AUTOR

João Roberto Leme Simões, nasceu em 1936 na cidade de Angatuba, onde realizou seus primeiros estudos complementando-os com o ensino secundário em Itapetininga, ambas situadas no Estado de São Paulo.

Formou-se arquiteto em 1961 pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Mackenzie - SP.

De 1962 a 1963, trabalhou na Cia. City de São Paulo e assessorou a Prefeitura Municipal de Itapetininga.

Durante os períodos 1963 a 1980 e 1990 a 1991, chefiou o Departamento de Projetos do FUNDUSP - Fundo de Construção da Universidade de São Paulo, sendo responsável por uma significativa quantidade de projetos de edifícios na área da educação universitária, abrangendo os campi da USP - Capital e interior do Estado de São Paulo.

A partir de 1977 iniciou-se na área do ensino, nas Faculdades de Arquitetura da USP, Mogi das Cruzes e posteriormente em Guarulhos e no Mackenzie, ministrando disciplinas vinculadas à Tecnologia da Construção, Projetos de Edifícios, Prática Profissional e Organização do Trabalho. Permanece até os dias atuais como docente MS-3 no Departamento de Tecnologia da Arquitetura da FAUUSP, onde tornou-se Mestre (1984) e Doutor (1990) em Arquitetura "Estruturas Ambientais Urbanas".

A partir de 1962 realizou inúmeros projetos, destacando-se o Conjunto das Químicas, Biomédicas I e II do Instituto de Ciências Biomédicas, no campus da Capital da USP / SP. Externamente, junto à comunidade privada, projetou e construiu mais de uma centena de edifícios nas várias categorias de uso.

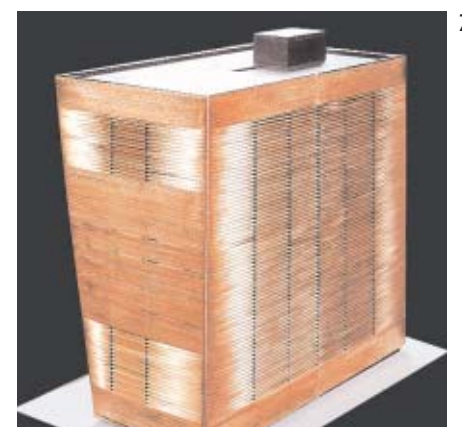
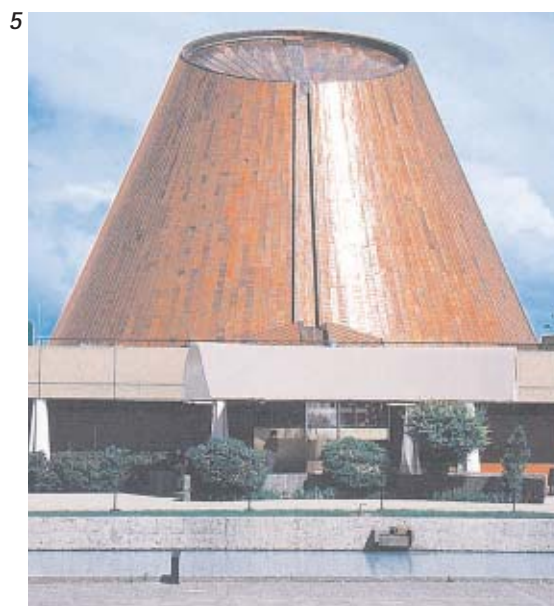
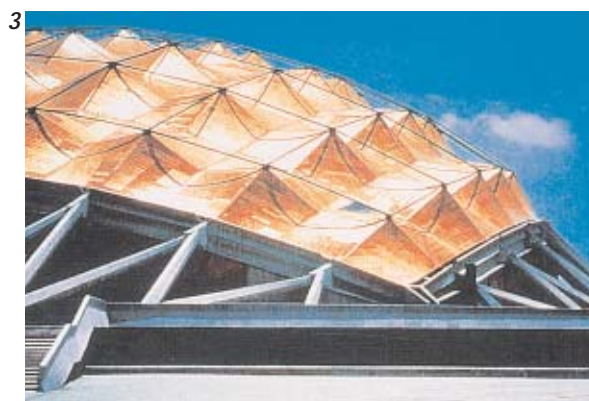
De 1982 a 1998 vem atuando junto à FUPAM - Fundação para Pesquisa Ambiental, vinculada à FAUUSP, como coordenador e responsável científico por inúmeros cursos. Ocupou também vários cargos na sua Diretoria, inclusive como Diretor-Presidente - períodos 1994 / 1996 e 1996 / 1998.

Participou de cursos de Aperfeiçoamento e Especialização realizados em vários países, com destaque para o México, junto ao CONESCAL, mediante bolsa de OEA - PNUD e em seminários no Chile, Portugal e USA.

Realizou em 1993 / 1994 Pós-Doutorado junto ao LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa / Portugal, mediante bolsa FAPESP, sobre "Melhoria da Qualidade dos Edifícios - projeto, obra e usuário". Complementou os estudos, alusivos à qualidade, nos principais laboratórios de pesquisa da Espanha, Itália e França.

Atua como pesquisador no NUTAU - USP na área da "Qualidade dos Edifícios" e assessora tecnicamente o PROCOBRE - Instituto Brasileiro do Cobre - Brasil - SP.





- 1 - **Torre Norte Centro San Benigno** - Genova - Itália
Arqº Skidmore Owings & Merrill
- 2 - **Edifício da "Administração da Kondor Wessels Group"** -
Rijssen - Holanda
Arqºs Karelse e Van der Meer
- 3 - **Palácio de Esportes** - Cidade do México
- 4 - **Centro Cultural** - Toledo - Espanha
Arqº Frank Ghery
- 5 - **Edifício Planetário** - Universidade de Santiago - Chile
Arqº Oscar Mac - Clure A.
Arqº Dario Rodriguez P.
- 6 - **Edifício do Posto de Sinalização das vias férreas**
Basileia - Suíça - Arqº Herzog & de Meuron
- 7 - **Edifício da Central de Sinalização das vias férreas**
Basileia - Suíça - Arqº Herzog & de Meuron

Esta publicação foi desenvolvida em pdf,
especialmente para disponibilização no site
www.procobrebrasil.org
para download, visualização e impressão
através do programa Adobe Acrobat Reader.

Projeto gráfico, produção e adaptação para a web:
Victory Design Propaganda e Marketing - Tel.: 11 3675-7479
e-mail: victory@victorydesign.com.br
julho/2003