



O USO DE PAINÉIS PORTANTES COMPOSTOS POR TUBOS DE PAPELÃO NA ARQUITETURA

Gerusa de Cássia Salado (1); Eduvaldo Paulo Sichieri (2)

- (1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: gesalado@sc.usp.br
(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: sichieri@sc.usp.br

RESUMO

Proposta: O presente trabalho tem por objetivo demonstrar como tubos de papelão podem ser usados na Arquitetura, formando painéis portantes de diversos tipos e aplicações. **Método de pesquisa/Abordagens:** Baseando-se numa síntese de referências consagradas, estudaram-se algumas obras do arquiteto japonês Shigeru Ban, situadas em diferentes lugares no mundo. **Resultados:** Os tubos de papelão consistem num material barato - com relação aos materiais convencionalmente utilizados na construção civil - leve, muito versátil, salubre ao manuseio, que propicia uma construção limpa e de fácil execução, que pode ser desmontada e montada novamente em outro local, e que não exige mão-de-obra especializada. Além disso, este material é oriundo da reciclagem de papéis descartados e pode ser novamente reciclado após o seu uso. Com tubos de papelão é possível executar painéis portantes de diversos tipos e aplicações, de forma rápida e simples, através de disposições variadas do material ou usando-se elementos com dimensões diferentes. Dependendo do tipo de painel, podem-se gerar efeitos plásticos e visuais muito interessantes. **Contribuições/Originalidade:** Este trabalho tem grande importância, uma vez que incentiva o desenvolvimento de pesquisas e experimentos com um material de grande produção nacional e boa resistência para algumas aplicações na construção civil, com a possibilidade de gerar uma arquitetura de grande qualidade e beleza, sem causar danos tão irreversíveis para o meio ambiente.

Palavras-chave: tubos de papelão; materiais de construção alternativos; painéis portantes.

ABSTRACT

Propose: This article has the objective to present how paper tubes can be used in Architecture, forming structural panels of several kinds and applications. **Methods:** Based on the synthesis of acclaimed references, were studied same works of the Japanese architect Shigeru Ban, located in several places around the world. **Findings:** The paper tubes consist in a cheap material – compared to conventionally materials used in the civil construction - light, very versatile, salutary to handle, that allows an easy construction and a clean execution, that can be disassembled and assembled again in other place, and it doesn't require specialized workers. In addition, this material is derived from rejected papers recycling and can be recycled again after using. With paper tubes is possible to execute structural panels of several kinds and applications, in a quick and simple way, through of different arrangements to the material or using elements with different dimensions. According to the kind of the panel, it is possible generate very interesting plastic and visual effects. **Originality/value:** This article is very important because it animates the development of researches and experiences with a material which has national large production and good strength to some applications in the civil construction. With this study there is the possibility of generate architecture projects with high quality and beauty, without causing hard irreversible damages to the environment.

Keywords: paper tubes; alternative construction materials; structural panels.

1 INTRODUÇÃO

O arquiteto Shigeru Ban se dedica ao desenvolvimento de uma tecnologia bastante inovadora, através da qual gera sistemas construtivos variados utilizando como material de construção tubos de papelão.

Essa tecnologia começou a ser pensada pelo arquiteto quando este imaginou que havia outras formas de usar o papel na Arquitetura, além das aplicações já conhecidas principalmente na arquitetura tradicional japonesa: biombos, vedações de janelas, papéis de parede, etc. Isso o levou a experimentar as qualidades do papel kraft enrolado, pois percebeu que o formato tubular confere resistência mecânica ao material. (SALADO, 2006).

A trajetória de evolução desta tecnologia começou com o uso de tubos de papelão formando painéis divisórios, os quais Shigeru Ban utilizou na Mostra de Alvar Aalto em Tóquio¹, em 1986, e nas Mostras de Emilio Ambaz na Califórnia, em 1989, e em Tóquio, em 1993.

Logo após essas primeiras experiências, Ban já concluiu:

“Uma das melhores formas para revelar a beleza desses tubos é colocá-los em curvas.” (FROMONOT; EGO, 1996, p. 43).

O próximo passo do arquiteto foi testar o uso de tubos de papelão na construção de painéis portantes; sistema construtivo que será comentado de forma mais detalhada nos próximos itens.

Obtendo mais uma vez resultados positivos, Shigeru Ban avançou um pouco mais em seus estudos e constatou que também poderia utilizar os tubos de papelão apenas em vedações, complementando a construção com uma estrutura primária, como no caso do Pavilhão de Odawara, em 1990.

Com o passar do tempo, os experimentos ficaram cada vez mais engenhosos, e assim foi se comprovando que o material possuía características, propriedades, resistências e comportamentos que asseguravam a sua utilização em sistemas estruturais, formando pilares, treliças, arcos e tesouras.

Estas últimas descobertas possibilitaram a Shigeru Ban a criação de obras que lhe renderam grande notoriedade e o consagraram como o mestre da arquitetura em tubos de papelão.

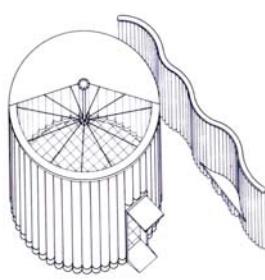
2 O EMPREGO DE PAINÉIS PORTANTES COMPOSTOS POR TUBOS DE PAPELÃO NAS OBRAS DE SHIGERU BAN

Este pequeno espaço, um caramanchão, foi a primeira obra constituída por um painel portante feito de tubos de papelão, datada do ano de 1989 – figuras 01, 02 e 03. (THE JAPAN ARCHITECT, summer 1998).

Nesta obra, os tubos de papelão foram fixados sobre bases de concreto, para evitar contato com umidade. Na parte superior, uma viga de madeira faz a amarração destes elementos. A disposição dos tubos ocos e sem elementos internos enrijecedores (330 mm de diâmetro, 15 mm de espessura e 4 m de comprimento) forma um único painel portante, no qual todos os elementos cumprem a função estrutural e de vedação.

Seis meses após sua construção, a estrutura foi desmontada e os tubos foram testados. Mesmo ficando tanto tempo expostos à chuva, ventos e insolação, os tubos tiveram a sua resistência à compressão aumentada, devido ao endurecimento da cola existente na sua composição.

¹ A partir desta ocasião, a imagem de Shigeru Ban começou a ser associada aos tubos de papelão e este passou a reconhecer e explorar o potencial arquitônico deste material. (BUNTRICK, 1996).



Figuras 01 e 02 – Perspectiva e vista interna do Caramanchão de Papel. Fonte: The Japan Architect, summer 1998, p.106-7.

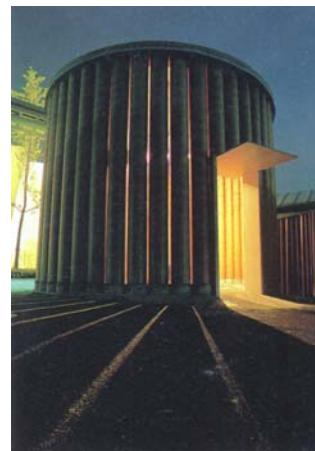
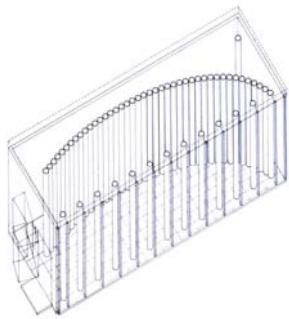


Figura 03 – Vista externa do Caramanchão de Papel. Fonte: The Japan Architect, summer 1998, p.107.

Em 1994, Shigeru Ban projetou a Galeria de Arte Miyake, inspirando-se nas praças gregas, formadas apenas por pilares e cobertura – figuras 04 e 05. (THE JAPAN ARCHITECT, summer 1998).



Figuras 04 e 05 – Perspectiva e vista externa da Galeria Miyake. Fonte: The Japan Architect, summer 1998, p.90-3.

Duas fileiras de tubos suportam as cargas verticais; uma delas é curva e forma um painel portante e a outra é formada por tubos alinhados e espaçados entre si. Num dos cantos, ao fundo, um tubo isolado faz a função de pilar. Os tubos são ocos e também não possuem enrijecedores internos.

Um efeito natural muito interessante, gerado neste espaço, é mostrado nas figuras 06 e 07. A iluminação externa, ao penetrar no recinto, projeta a sombra de todos os tubos frontais no piso, como uma paginação que se modifica conforme a luz do dia. Da mesma forma, no corredor formado na parte posterior da galeria, um feixe de luzes se forma no piso e parede.



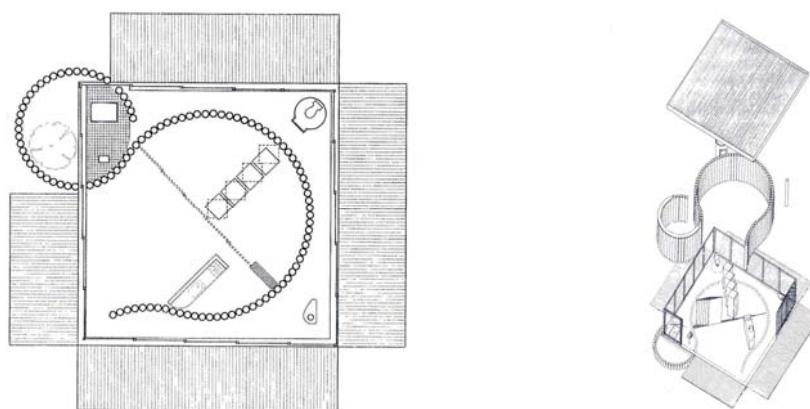
Figuras 06 e 07 – Efeitos de paginação causados pela sombra dos tubos de papelão. Fonte: The Japan Architect, summer 1998, p.92-3.

Shigeru Ban construiu sua própria casa no aterro de Lake Yamanaka, Japão, em 1995 - figura 08. Essa foi sua primeira construção permanente que obteve autorização oficial e aprovação do governo japonês para utilizar tubos de papelão estruturalmente. (BERET; PENWARDEN, 2000).



Figura 08 – Vista externa da Casa de papelão. Fonte: The Japan Architect, summer 1998, p.95.

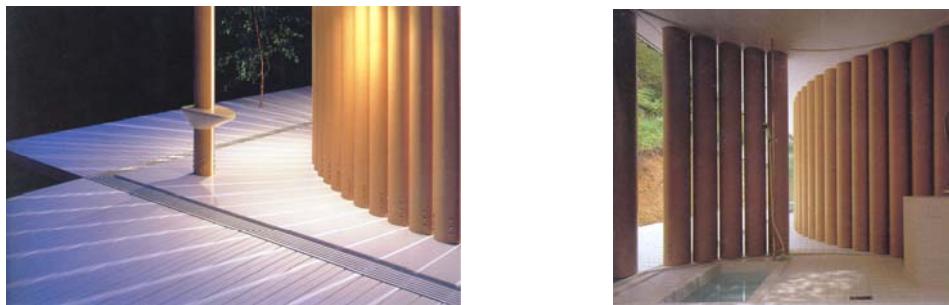
Conforme mostram as figuras 09 e 10, o painel portante que constitui esta casa tem formato de “S”, definindo ambientes internos e externos multifuncionais; como numa planta livre.



Figuras 09 e 10 – Planta baixa e perspectiva da Casa de Papelão. Fonte: McQuaid, 2003, p.25-6.

Neste caso, nove tubos possuem enrijecedores internos de madeira e são dispostos estrategicamente, funcionando como pilares. Os demais, a princípio, servem apenas para vedação; mas, por formarem um painel contínuo, também contribuem no sustento da cobertura.

Em alguns locais, os tubos (280 mm de diâmetro, 5 mm de espessura e 2,8 m de comprimento) são levemente espaçados uns dos outros. Isso permite uma iluminação difusa no espaço interno, o que também é uma característica da arquitetura japonesa – figuras 11 e 12.



Figuras 11 e 12 – Vistas da entrada e do banheiro da Casa de Papelão. Fonte: The Japan Architect, summer 1998, p.98-9.

O arquiteto também fez uso desse sistema construtivo em seus projetos sociais. O primeiro deles, em 1995, se destinou a abrigar um grande número de famílias que tiveram suas casas destruídas por um terremoto, em Kobe.

Para solucionar este problema rapidamente, Shigeru Ban pensou em projetar algo de baixo custo, esteticamente agradável, que fosse rápido e fácil de construir, usasse materiais descartados e pudesse ser desmontado sem gerar resíduos, ou podendo-se reutilizar os materiais. (BAN, 1997).

Ban se enfocou no desenvolvimento de diversas tipologias de tendas para uso familiar e para grandes estruturas de uso comum, necessárias num acampamento, que pudessem ser feitas pelo simples corte de tubos de papelão em diferentes comprimentos. Assim, chegou ao que chama de “*Log House*”, certo de sua utilidade para situações emergenciais – figuras 13 e 14.



Figuras 13 e 14 – “*Log House*” em construção, por voluntários, e vista interna após sua conclusão. Fonte: The Japan Architect, summer 1998, p.89.

Os painéis portantes foram feitos com tubos de papelão de 108 mm de diâmetro, 4 mm de espessura e 2 m de comprimento. Estes foram fixados em bases de madeira que possuíam diafragmas, e na parte superior em sarrafos que funcionavam como cinta de amarração e base para a cobertura. Os tubos foram unidos uns aos outros com uma espuma impermeável adesiva sob pressão e por cabos de aço que os atravessavam horizontalmente em duas alturas. Isso aumentou a resistência do conjunto – figura 15. (SALADO, 2006).

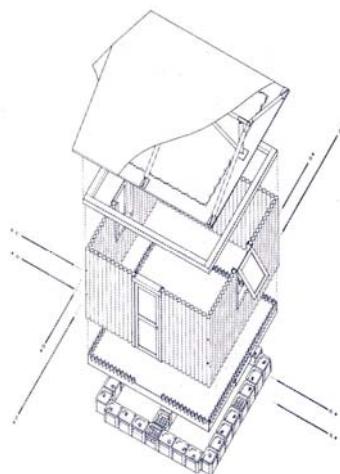


Figura 15 – Perspectiva explodida da “*Log House*”. Fonte: McQuaid, 2003, p.37.

Em 1999, após grandes terremotos ocorridos na Turquia, milhares de famílias ficaram desabrigadas. Como membro da *Voluntary Architects’ Network (VAN)*, fundada pelo próprio Shigeru Ban na época do ocorrido em Kobe, o arquiteto prestou seus serviços para socorrer cerca de 200.000 pessoas desabrigadas por esta catástrofe.

Nesta ocasião, Ban utilizou suas “*Log Houses*” de papelão, numa forma adaptada com relação à aplicação feita em Kobe. As mudanças feitas foram melhorias com relação ao modo de vida das pessoas e às condições climáticas locais. Devido à medida padrão da madeira compensada na Turquia e ao fato de as famílias turcas serem numerosas, o tamanho das casas foi aumentado. As figuras 16 e 17 ilustram o projeto. (McQUAID, 2003).

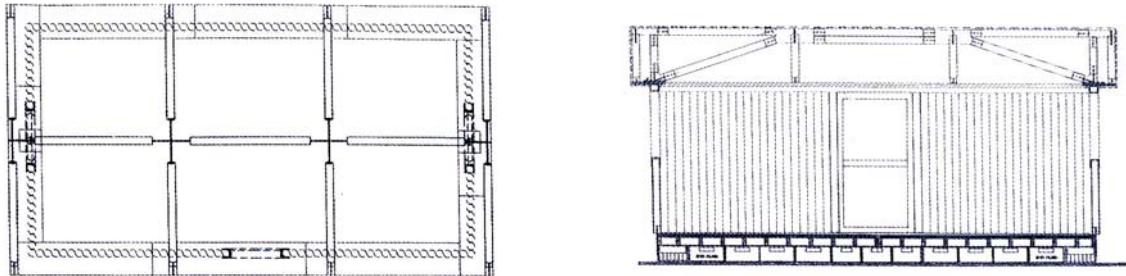


Figura 16 e 17 – Planta baixa e elevação longitudinal das casas construídas na Turquia. Fonte: McQuaid, 2003, p.39.

Com relação ao modo de execução dos painéis portantes e do sistema construtivo como um todo, repetiram-se as técnicas construtivas utilizadas em Kobe – figuras 18 e 19.



Figuras 18 e 19 – Residências emergenciais em fase de construção na Turquia. Fonte: McQuaid, 2003, p.38.

Para se ter uma idéia do espaço gerado por estes painéis portantes dentro das residências, pode-se observar a figura 20.



Figura 20 – Vista interna da residência na Turquia. Fonte: McQuaid, 2003, p.38.

Numa outra ocasião, o maior terremoto da história do Oeste da Índia deixou mais de 600.000 pessoas desabrigadas no ano de 2001. Dessa vez, Ban elaborou uma estrutura semelhante às anteriores, mas também apresentou algumas adaptações.

Os tubos de papelão formaram painéis protendidos através de um cabo de aço transpassando-os horizontalmente em duas alturas. Os tubos posicionados nas quinas e os que sustentavam o terraço, na frente da casa, possuíam internamente uma barra de aço e emboço, apoiados numa pequena base de concreto. Nos quatro cantos do ambiente, cabos de madeira foram presos para aumentar a rigidez da construção - figuras 21 e 22. (McQUAID, 2003).



Figuras 21 e 22 – Vistas externa e interna das casas construídas na Índia. Fonte: McQuaid, 2003, p.40-1.

3 CONCLUSÕES

Os tubos de papelão consistem num material barato - com relação aos materiais convencionalmente utilizados na construção civil, leve, muito versátil, salubre ao manuseio, que propicia uma construção de fácil execução e limpa, e que não exige mão-de-obra especializada. Além disso, este material é oriundo da reciclagem de papéis descartados e pode ser novamente reciclado após o seu uso.

Com tubos de papelão é possível executar painéis portantes de diversos tipos e aplicações, de forma rápida e simples, através de disposições variadas do material ou usando-se elementos com dimensões diferentes.

A figura 23 sugere diferentes formas de uso dos tubos de papelão, tanto em paredes de vedação, quanto em painéis divisórios ou painéis portantes. (SALADO, 2006).

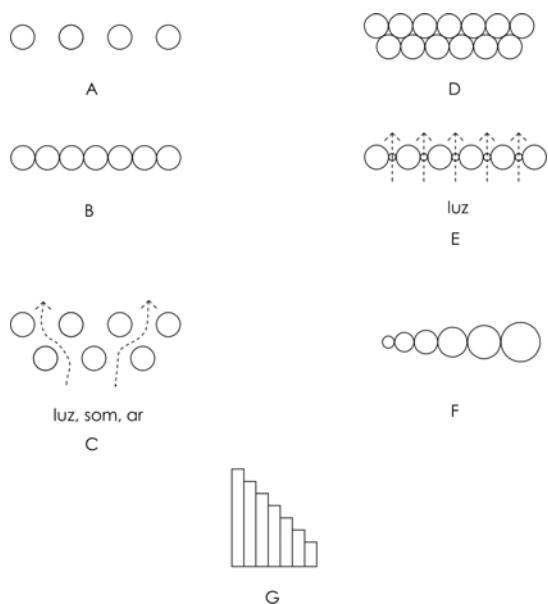


Figura 23 – Diferentes formas de uso dos tubos de papelão. Fonte: Salado, 2006.

As várias possibilidades de usos deste material podem gerar diferentes tipos de efeitos visuais, como curvas, feixes de luz, etc. As paredes curvas, por sua vez, revelam perfeitamente os efeitos plásticos e a beleza que este material pode proporcionar, além de permitirem maiores balanços e espaços arquitetônicos diferenciados.

A mobilidade é uma outra grande característica dessas construções, possibilitando que estas sejam desmontadas e montadas novamente em outro local; o que evita desperdícios e reduz a quantidade de resíduos gerados.

Quanto às questões de conforto ambiental, empiricamente observou-se duas qualidades deste material. A primeira é o bom desempenho térmico, uma vez que o tubo é oco e possibilita uma camada de ar entre os ambientes interno e externo. A segunda é o bom desempenho acústico, pois o material é absorvente, a textura formada na parede pelos tubos dispostos lado a lado quebra as ondas sonoras e a camada de ar dentro dos tubos ajuda no isolamento acústico.

Com relação ao custo e à rapidez de execução dessas construções, a princípio pensa-se que podem ser baratas, devido ao material reciclado, e rápidas de se construir. Contudo, os outros elementos que compõem a construção podem encarecer-la, como é o caso das peças de ligação. Portanto, seriam necessários estudos mais detalhados a respeito destes quesitos.

4 REFERÊNCIAS

- BAN, S. **Paper houses.** Revista Abitare, n362, mai 1997, p.130-3. Milão: Abitare Segesta.
- BERET, C.; PENWARDEN, C. **Shigeru Ban: towards a minor, radical architecture.** Art-Press,n256, abr 2000, p.41-5.
- BUNTROCK, D. **Shigeru Ban: ethical experimenter.** Architecture, v85, out 1996, p.104-9. Nova Iorque: BPI Communications, Inc.
- FROMONOT, F; EGO, R. **Shigeru Ban: L'elegance et l'urgence.** L'Architecture d'Aujourd'hui, n306, set 1996, p.40-7.
- McQUAID, M. **Shigeru Ban.** Nova Iorque: Phaidon Press, 2003.
- SALADO, G. C. **Construindo com tubos de papelão: Um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban.** Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2006. 186p.
- THE JAPAN ARCHITECT. **Shigeru Ban.** Edição especial n30. Tóquio: A+U Publishing CO, summer 1998, 184p.

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.